

## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

### **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

#### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### **PROYECTO FIN DE CARRERA**



### **INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3**

Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Alumno: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. i de xiii

## ÍNDICE

### **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

	Pág.
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.	1
2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.	1
3. TITULARES DE LA INSTALACIÓN; AL INICIO Y AL FINAL.	1
3.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.	1
3.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.	1
4. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.	2
5. CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA.	2
5.1. CATEGORÍA DE LA LÍNEA.	2
5.2. CATEGORÍA DE LA ZONA.	3
6. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR Y CRITERIOS DE CÁLCULO.	3
7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.	5
7.1. TRAZADO.	5
7.1.1. PUNTOS DE ENTRONQUE Y FINAL DE LÍNEA.	5
7.1.2. LONGITUD.	5
7.1.3. TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS.	6
7.1.4. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.	6
7.1.5. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS CON DIRECCIÓN Y DNI.	6
7.2. MATERIALES.	6
7.2.1. CONDUCTORES.	6
7.2.1.1. Red subterránea de alta tensión.	6
7.2.1.2. Red aérea de alta tensión.	7
7.2.2. AISLAMIENTOS.	8
7.2.2.1. Red subterránea de alta tensión.	8
7.2.2.2. Red aérea de alta tensión.	8
7.2.2.2.1. Formación de cadenas.	9
7.2.3. HERRAJES Y ACCESORIOS.	9
7.2.3.1. En redes subterránea de alta tensión.	9

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSION EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. ii de xiii

	Pág.
7.2.3.1.1. Empalmes en redes subterráneas de alta tensión.	9
7.2.3.2. En redes aéreas de alta tensión.	9
7.2.3.2.1. Diseño.	9
7.2.3.2.2. Materiales.	9
7.2.3.2.3. Fabricación y control.	9
7.2.3.2.4. Admisibilidad de conductores.	10
7.2.3.2.5. Empalmes en redes aéreas de alta tensión.	10
7.2.4. APOYOS.	10
7.2.5. CRUCETAS.	10
7.2.6. PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA.	10
7.3. ZANJAS Y SISTEMA DE ENTERRAMIENTO.	10
7.3.1. MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD.	11
7.4. PUESTA A TIERRA.	11
7.4.1. PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS.	11
7.4.2. PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES AÉREAS.	11
8. <i>PRESUPUESTO GENERAL</i>	12
9. <i>CONCLUSIÓN.</i>	12
 <b>ANEXO Nº1: DISPONIBILIDAD DE TERRENOS</b>	 <b>13</b>
 <b>ANEXO Nº2: INICIO DE LAS OBRAS</b>	 <b>14</b>
 <b>ANEXO Nº3: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS</b>	 <b>15</b>
 <b>ANEXO Nº4: PUNTO DE CONEXIÓN</b>	 <b>20</b>

## **DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

	Pág.
1. <i>CÁLCULOS ELÉCTRICOS.</i>	21
1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA.	21
1.1.1. POTENCIA MÁXIMA DEMANDADA POR LA INSTALACIÓN.	22

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iii de xiii

	Pág.
1.1.2. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR POR LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.	22
1.1.3. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR POR LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN.	22
1.1.4. VIABILIDAD TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN.	22
1.2. INTENSIDAD.	23
1.2.1. DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE.	23
1.2.1.1. Tramo subterráneo.	23
1.2.1.1.1. Características del conductor.	23
1.2.1.1.2. Cálculo de la corriente máxima admisible.	23
1.2.1.2. Tramo aéreo.	23
1.2.1.2.1. Características del conductor.	23
1.2.1.2.2. Cálculo de la corriente máxima admisible.	24
1.3. REACTANCIA.	24
1.3.1. REACTANCIA DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.	24
1.3.2. REACTANCIA DEL TRAMO AÉREO.	24
1.4. CAÍDAS DE TENSIÓN.	25
1.5. PÉRDIDAS DE POTENCIA.	26
1.5.1. PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN.	27
1.5.2. PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN.	27
1.6. OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.	28
1.6.1. POTENCIA TOTAL A TRANSPORTAR POR LA RED.	28
2. <i>CÁLCULOS MECÁNICOS.</i>	28
2.1. CONDUCTORES.	28
2.1.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.	28
2.1.2. LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN.	28
2.1.2.1. Cargas y sobrecargas a considerar para un conductor 100-AI1/17-ST1A.	29
2.1.2.1.1. Cargas permanentes.	29
2.1.2.1.2. Fuerzas del viento sobre los componentes de las líneas aéreas.	30
2.1.2.1.3. Sobrecargas motivadas por el hielo.	32
2.1.2.1.4. Desequilibrio de tracciones en apoyos fin de línea.	32
2.1.2.1.5. Esfuerzos longitudinales por rotura de conductores en apoyos fin de línea.	32
2.1.2.2. Determinación de esfuerzos de tracción de los conductores.	32
2.1.2.2.1. Ángulo de oscilación del conductor con el viento.	32



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iv de xiii

	Pág.
2.1.2.2.2. Peso aparente del conductor en 1ª Hipótesis (viento).	33
2.1.2.3. Determinación de la flecha de los conductores.	33
2.1.2.3.1. Flecha para condiciones de partida (15° C, sin viento).	34
2.1.2.3.2. Hipótesis de flecha máxima (50° C, sin viento).	34
2.1.2.3.3. Hipótesis de flecha máxima (15° C + viento).	34
2.1.2.3.4. Hipótesis de tensión máxima (–5° C + viento).	34
2.1.2.3.5. Valores extremos.	34
2.1.2.3.6. Coeficiente de seguridad del conductor en condiciones de tensión máxima.	34
2.1.2.3.7. Flecha máxima del conductor.	35
2.1.2.4. Vano de regulación.	36
2.2. APOYOS Y CRUCETAS.	36
2.2.1. CÁLCULO MECÁNICO DEL APOYO DE CELOSÍA DE PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA Y DE CRUCETA RECTA RC2-15/5.	38
2.2.1.1. 1ª Hipótesis (viento).	38
2.2.1.2. 2ª Hipótesis (hielo).	39
2.2.1.3. 3ª Hipótesis (desequilibrio de tracciones).	39
2.2.1.4. 4ª Hipótesis (rotura de conductores).	39
2.2.1.5. Cálculo del esfuerzo soportado por el apoyo.	40
2.2.1.6. Cálculo de las cargas verticales aplicadas sobre la cruceta.	40
2.2.1.7. Cálculo de inclinación de las cadenas de aisladores.	41
2.3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.	43
2.3.1. DISTANCIA DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO PARA EVITAR DESCARGAS.	43
2.3.2. DISTANCIAS EN EL APOYO.	43
2.3.2.1. Distancia entre conductores.	43
2.3.2.2. Distancia entre conductores y a partes puestas a tierra.	44
2.3.3. DISTANCIA AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES.	44
2.3.4. DISTANCIA A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN.	45
2.3.5. DISTANCIA A CARRETERAS.	45
2.3.6. DISTANCIA A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR.	45
2.3.7. DISTANCIA A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES.	45
2.3.8. DISTANCIA A TELESFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES.	45
2.3.9. DISTANCIA A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES.	45
2.3.10. PASO POR ZONAS.	45

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. v de xiii

	Pág.
2.3.10.1. Bosques, árboles y masas de arbolado.	45
2.3.10.2. Edificios, construcciones y zonas urbanas.	45
2.3.10.3. Proximidad a aeropuertos.	46
2.3.10.4. Proximidad a parques eólicos.	46
2.3.10.5. Proximidades a obras.	46
2.4. TABLAS DE TENDIDO.	46
2.5. CIMENTACIONES.	47

## **ANEXO A** **50**

### **TABLAS DE UTILIZACION PARA APOYOS DE PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA.** **50**

### **TABLAS DE TENDIDO PARA APOYOS - ZONA A.** **50**

## **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES**

	Pág.
1. <b>CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN.</b>	57
1.1. OBRA CIVIL.	57
1.1.1. OBRAS QUE COMPRENDE.	57
1.1.2. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS.	57
1.1.3. APERTURA DE HOYOS.	57
1.1.3.1. En tierra.	58
1.1.3.2. En terreno de tránsito.	58
1.1.3.3. En terreno con agua.	58
1.1.3.4. En terreno con roca.	58
1.1.4. CIMENTACIONES.	58
1.1.4.1. Contenido del Hormigón.	58
1.1.4.1.1. Hormigones.	59
1.1.4.2. Calidad de cimentaciones.	59
1.1.4.2.1. Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.	59
1.1.4.2.2. Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal.	59
1.1.5. CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS (ENTUBADAS).	60

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. vi de xiii

	Pág.
1.1.5.1. Materiales.	60
1.1.5.2. Dimensiones y características generales de ejecución.	61
1.2. CONDUCTORES.	62
1.3. AISLADORES.	62
1.4. HERRAJES Y ACCESORIOS.	62
1.5. COLUMNAS.	62
1.6. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO.	63
1.6.1. ZANJAS PARA CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS.	63
1.6.1.1. Ejecución.	63
1.6.1.2. Apertura de las zanjas.	63
1.6.1.3. Protecciones de arena.	63
1.6.1.4. Placas cubrecables.	64
1.6.1.5. Tapado y apisonado de la zanja.	64
1.6.1.6. Cinta de "Atención al cable".	64
1.6.1.7. Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.	64
1.6.1.8. Dispositivos de balizamiento.	65
1.6.2. DIMENSIONES Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.	65
1.6.2.1. Zanja para tendido exclusivo de red de media tensión.	65
1.6.2.2. Zanja para uso compartido con otras redes.	65
1.6.2.3. Zanjas en roca.	65
1.6.2.4. Zanjas anormales y especiales.	65
1.6.2.5. Canalizaciones entubadas.	66
1.6.3. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.	66
2. <i>NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</i>	67
2.1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.	67
2.2. TENDIDO DE CABLES.	68
2.2.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.	68
2.2.1.1. Manejo y preparación de las bobinas.	68
2.2.2. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA PARA ENTERRAR.	69
2.2.3. TENDIDO DE CABLES EN CANALIZACIONES ENTUBADAS.	70
2.2.4. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.	70
2.3. MONTAJE.	70
2.3.1. EMPALMES.	70
2.3.2. BOTELLAS TERMINALES.	71
2.3.3. AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADORES.	71

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. vii de xiii

	Pág.
2.3.4. HERRAJES Y CONEXIONES.	71
2.3.5. COLOCACIÓN DE CABLES EN TUBOS Y ENGRAPADO EN COLUMNA.	72
2.3.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN DE CRUCES DE CALZADA.	72
3. <i>PRUEBAS REGLAMENTARIAS.</i>	73
4. <i>CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.</i>	73
5. <i>CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.</i>	73
6. <i>LIBRO DE ÓRDENES.</i>	74
7. <i>VARIOS.</i>	74
7.1. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.	74
7.1.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.	74
7.1.2. CONDUCTORES Y MATERIAL ELÉCTRICO.	74
7.1.3. MAQUINARIA.	74
7.1.4. PARTIDAS ALZADAS.	74
7.1.5. MEDIOS AUXILIARES.	75
7.2. DISPOSICIONES GENERALES.	75
7.2.1. PLAN DE OBRAS.	75
7.2.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.	75
7.2.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.	75
7.2.4. PLAZO DE GARANTÍA.	75
7.2.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.	75
7.2.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.	75
7.2.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.	75
7.2.8. JORNALES MÍNIMOS.	76
7.2.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.	76
7.2.10. DISPOSICIÓN FINAL.	76

### **DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO**

	Pág.
1. <i>PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.</i>	77
2. <i>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.</i>	80
3. <i>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.</i>	80



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. viii de xiii

## **DOCUMENTO N°5: PLANOS**

	Pág.
<b>LISTADO DE PLANOS</b>	<b>83</b>
1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL CP-3.	1 (R0)
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.	2 (R0)
3. TENDIDO EXISTENTE DE LA RED DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3.	3 (R0)
4. TENDIDO PROYECTADO PARA LA RED DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3.	4 (R0)
5. DETALLE DE ZANJAS.	5 (R0)
6. CONEXIÓN EN EL INTERIOR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALTA TENSIÓN Y SU PUESTA A TIERRA.	6 (R0)
7. DETALLE DEL ENTRONQUE AÉREO / SUBTERRÁNEO.	7 (R0)
8. PUESTA A TIERRA DEL APOYO.	8 (R0)
9. DETALLE DE LA CADENA DE AISLADORES.	9 (R0)
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.	10 (R0)

## **DOCUMENTO N°6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

	Pág.
1. <i>PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.</i>	93
1.1. INTRODUCCION.	93
1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.	93
1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.	93
1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.	93
1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.	94
1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.	95
1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.	95
1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.	95

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSION EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. ix de xiii

	Pág.
1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.	95
1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.	96
1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.	96
1.2.10. DOCUMENTACIÓN.	96
1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.	96
1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.	96
1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.	96
1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.	97
1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.	97
1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.	97
1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.	97
1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.	97
1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.	98
1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.	98
1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.	98
1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.	98
1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.	98
2. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.</i>	99
2.1. INTRODUCCIÓN.	99
2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.	99
3. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.</i>	100
3.1. INTRODUCCIÓN.	100
3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.	100
3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.	101
3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.	102
3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.	102
3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.	103
3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.	104

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. x de xiii

	Pág.
4. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.</i>	105
4.1. INTRODUCCIÓN.	105
4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	105
4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.	105
4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.	106
4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.	108
4.2.3.1. Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.	108
4.2.3.2. Relleno de tierras.	109
4.2.3.3. Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.	109
4.2.3.4. Trabajos de manipulación del hormigón.	109
4.2.3.5. Montaje de elementos metálicos.	110
4.2.3.6. Montaje de prefabricados.	110
4.2.3.7. Albañilería.	110
4.2.3.8. Pintura y barnizados.	110
4.2.3.9. Instalación eléctrica provisional de obra.	111
4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.	112
5. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.</i>	112
5.1. INTRODUCCION.	112
5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.	113
5.2.1. PROTECCIONES DE LA CABEZA.	113
5.2.2. PROTECCIONES DE MANOS Y BRAZOS.	113
5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.	113
5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.	113



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. xi de xiii

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla nº1. Condiciones de las hipótesis que limitan la tracción máxima admisible.	29
Tabla nº2. Longitudes de las cadenas en suspensión.	35
Tabla nº3. Flechas máximas para diferentes separaciones entre conductores (D), ángulo de desviación de la traza (a), para vanos con cadenas de amare (L=0).	35
Tabla nº4. Apoyos normalizados con cadenas de amarre.	37
Tabla nº5. Crucetas rectas para apoyos de celosía. Esfuerzos nominales y casos de carga, por punto de fijación del conductor.	37
Tabla nº6. Cargas longitudinales en apoyos y crucetas en 1ª Hipótesis. Apoyos de principio o final de línea.	39
Tabla nº7. Cargas y momentos en la cadena de aisladores debidos a cargas verticales	42
Tabla nº8. Cargas y momentos en la cadena de aisladores debidos a cargas horizontales	42
Tabla nº9. Esfuerzos verticales aplicados, en daN. Apoyos de principio o final de línea, celosía con cruceta recta - Zona A.	50
Tabla nº10. Esfuerzos longitudinales y transversales aplicados, en daN. Apoyos de principio o final de línea, celosía con cruceta recta - Zona A.	50
Tabla nº11. Tabla de tendido (flechas y tensiones) - Tracción máxima 450 daN.	51
Tabla nº12. Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento suspendido, y aislamiento de amarre.	52
Tabla nº13. Tabla de tendido (flechas y tensiones) – Tracción máxima 725 daN.	53
Tabla nº14. Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento suspendido, y aislamiento de amarre.	54
Tabla nº15. Tabla de tendido (flechas y tensiones) - Tracción máxima 1000 daN.	55
Tabla nº16. Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento suspendido, y aislamiento de amarre.	56

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. xii de xiii

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfico nº1. Momento eléctrico en función de $\Delta U(\%)$ .	26
Gráfico nº2. Pérdida de potencia, en %.	27
Gráfico nº3. Potencia máxima en función de la longitud, para $\Delta U = 5\%$ .	28
Gráfico nº4. Flecha máxima con cadenas de amarre, en función de $\alpha^\circ$ .	36
Gráfico nº5. Zona A. Tense L.E.D.	47

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. xiii de xiii

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura nº1. Tipo de aislamiento de amarre en función del nivel de polución.	8
Figura nº2 Desalineaciones y desniveles.	41
Figura nº3. Inclinação de las cadenas de aisladores.	42
Figura nº4. Cimentaciones para apoyos metálicos de celosía.	48

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 1 de 114

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.**

Por orden del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena se ordena la redacción del presente proyecto, con el fin de definir las características y obras necesarias para dotar el Plan Parcial CP-3 de Cabo de Palos, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO), de energía eléctrica en alta tensión para abastecer los centros de transformación a instalar en dicho Plan Parcial y que serán los encargados de suministrar energía eléctrica en baja tensión a las parcelas a desarrollar, espacios libres y alumbrado público a instalar en los viales que se han de ejecutar.

Así mismo, se pretende obtener de los Organismos competentes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la aprobación del mismo y las correspondientes licencias administrativas y autorizaciones para la puesta en marcha de la instalación que se relaciona.

El objeto del presente proyecto es describir las instalaciones, definir las condiciones técnicas y legales que han de cumplirse así como las de seguridad tanto de las instalaciones como del personal que las ejecutará, de acuerdo con la reglamentación aplicable que más adelante se relaciona, definiendo las instalaciones la red de media tensión a instalar.

En la redacción del mismo se han tenido en cuenta las disposiciones de aplicación en este tipo de instalaciones eléctricas, basándonos en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002, de 2 de agosto). En cuanto a los niveles, cálculos y condiciones de iluminación se ha tenido en cuenta las normas que sobre alumbrado marca la Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización, Control de las Obras y Recepción de las mismas en el T.M. de Cartagena (en particular los Artículos 2.17 a 2.22) así como las editadas por la Gerencia de Urbanización del MOPU.

### **2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.**

En el correspondiente plano se refleja la situación de las obras, ubicadas en el Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO).

### **3. TITULARES DE LA INSTALACIÓN; AL INICIO Y AL FINAL.**

#### **3.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.**

El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

#### **3.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.**

El titular de la instalación al final será IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., con CIF nº A-95.075.578 y domicilio social en C/ Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 2 de 114

#### 4. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en las disposiciones legales y normativa particular que se relaciona a continuación:

- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).*
- *Instrucciones de carácter general y Reglamentos sobre instalación y funcionamiento de Centrales eléctricas, Líneas de transporte de energía eléctrica y Estaciones transformadoras (Orden del Ministerio de Industria y Comercio de 23/2/1949).*
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre).*
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto).*
- Normativa particular de la Empresa Suministradora de Energía eléctrica, IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.
- Proyecto tipo de Línea Subterránea de MT. Iberdrola (MTDYC 2.31.01) Edición 1ª, de enero de 1.995.
- Recomendaciones UNESA y normativa particular de Iberdrola Distribución Levante-Sur.
- Plan General Municipal de Ordenación.
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).*
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el *Reglamento de los Servicios de Prevención.*
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre *disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las *disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre *disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las *disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen *disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre *disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen *medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.*

#### 5. CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA.

##### 5.1. CATEGORÍA DE LA LÍNEA.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 3 de 114

Según se extrae de la tabla 1 de la ITC-LAT 06, la tensión nominal normalizada más baja de uso preferente en redes eléctricas de distribución en alta tensión es de 20 KV (tensión más elevada de la red de 24 KV), siendo ésta la tensión característica de las instalaciones de distribución propiedad de Iberdrola S.A.U. en el Término Municipal de Cartagena.

En virtud a lo indicado en la tabla 2 de la ITC-LAT 06, para tensiones nominales de 20 KV (más elevada, de 24 KV) y características mínimas de los cables y accesorios de 12/20 KV, la categoría de la red será A-B, con un valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicadas entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se diseñan de 125 KV.

## 5.2. CATEGORÍA DE LA ZONA.

La zona en la que se encuentra la línea eléctrica viene definida en la ITC-LAT 07, como consecuencia de la sobrecarga motivada por el hielo. A estos efectos, el país se clasifica en tres zonas:

- Zona A: La situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar.
- Zona B: La situada a una altitud entre 500 y 1.000 metros de sobre el nivel del mar.
- Zona C: La situada a una altitud superior a 1.000 metros de sobre el nivel del mar.

Dado que la altura máxima a la que es posible localizar una línea aérea de alta tensión en la zona de actuación y sus proximidades en ningún caso alcanza una altitud de más de 100 metros sobre el nivel del mar, se considera que la clasificación de la zona en la que se encuentra la línea eléctrica es de categoría A.

## 6. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR Y CRITERIOS DE CÁLCULO.

La previsión de potencia máxima en baja tensión a transportar para cada manzana, definida en proyecto aparte, conforme al criterio indicado en la ITC BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto), ha sido la siguiente:

### Manzana 1:

- Parcela Supermercado (cs=1)	Autoabastecida	0,00	Kw.
- Parcela At1/1A (cs=1)		189,58	Kw.
- Parcela At1/1B (cs=1)		114,49	Kw.
- Parcela At1/1C (cs=1)		99,29	Kw.
- Parcela At2/1 (cs=1)		105,16	Kw.
- Alumbrado público (cs=1)		9,21	Kw.
SUBTOTAL:		517,73	KW

### Manzana 2:

- Parcela At1/2A (cs=1)	Autoabastecida	0,00	Kw.
- Parcela At1/2B (cs=1)		265,07	Kw.
- Parcela At1/2C (cs=1)		257,95	Kw.
- Parcela At1/2D (cs=1)		112,52	Kw.
- Parcela At1/2E (cs=1)		849,75	Kw.
SUBTOTAL:		1.485,29	KW

### Manzana 3:

- Parcela At1/3A (cs=1)		352,88	Kw.
- Parcela At1/3C (cs=1)		287,25	Kw.
SUBTOTAL:		640,13	KW



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 4 de 114

Manzana Gasolinera:

- Parcela At2/2 (cs=1)	85,54 Kw.
- Parcela At2/3 (cs=1)	129,01 Kw.
- Parcela At2/4 (cs=1)	81,11 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>295,66 KW</b>

En las manzanas AP/2, JAR/3B, AP/5 y AP/6, por tratarse de espacios libres, no está prevista la instalación de acometidas eléctricas de baja tensión.

Las actuales necesidades de energía eléctrica en baja tensión suponen un total de 2.938,81 Kw., suministrada por tres centros de transformación, definidos en proyectos aparte.

En función de las necesidades de energía eléctrica en baja tensión para las parcelas, queda definida la potencia de los centros de transformación, a una tensión de 20.000/400/230 V, resultando lo siguiente:

- Para el centro de transformación nº1, la potencia total instalada es de 800 KVA (dos transformadores de 400 KVA).
- Para el centro de transformación nº2, la potencia total instalada es de 800 KVA (dos transformadores de 400 KVA).
- Para el centro de transformación nº3, la potencia total instalada es de 1.030 KVA (un transformador de 630 KVA y otro de 400 KVA).

Además de la potencia demandada por las parcelas del Sector, es necesario considerar la energía eléctrica suministrada a las instalaciones existentes, las cuales son la dedicada a una náutica y la dedicada a un supermercado, cuyo suministro se efectúa directamente en alta tensión por lo que disponen de centros de transformación de cliente (o abonado), sujetos a la Ley de Protección de Datos, por lo que no es posible conocer la potencia demandada por la instalación, por ser datos internos de la compañía suministradora.

Sin embargo, se conoce que la potencia máxima para un transformador de intemperie como el que suministra energía eléctrica a la parcela de la náutica es de 160 KVA mientras que la potencia máxima del transformador interior que abastece de energía eléctrica a la parcela destinada al supermercado es de 630 KVA, siendo éstas por tanto las que se consideren como potencias demandadas por las instalaciones.

Se obtiene así una potencia total para los centros de transformación de 3.420 KVA.

La potencia suministrada mediante la línea de alta tensión objeto del presente proyecto viene definida por la expresión:

$$PLAT = 0,85 \cdot \Sigma PCT$$

donde:

PLAT: Potencia suministrada mediante la línea de alta tensión, en KVA.

$\Sigma PCT$ : Potencia de los centros de transformación previstos, en KVA.

La potencia suministrada mediante la línea de alta tensión será:

$$PLAT = 0,85 \cdot 3.240 = 2.907 \text{ KVA}$$

En ningún caso está previsto que la potencia máxima pueda producir una intensidad en la línea, superior a la que pueda aguantar el conductor de 240 mm<sup>2</sup> impuesto por Iberdrola.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 5 de 114

## 7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Una vez consultada a la Compañía Suministradora para la petición de entronque, las instalaciones a realizar serán las siguientes:

- El primer tramo de la línea tiene su origen en la línea existente en el entronque aéreo subterráneo a desmontar en el interior de la Subestación Transformadora y de Reparto de “La Manga”, propiedad de Iberdrola S.A.U., situada a la entrada de la población de Cabo de Palos, en la línea “Cala Flores”, a la tensión de 20 KV, cruza la carretera El Algar – Cabo de Palos (Carretera RM-MU 312) hasta la acera a construir, y discurre bajo la acera hasta el centro de transformación nº1, de 400+400 KVA, a instalar.
- El segundo tramo de la línea tiene su origen en el centro de transformación nº1 y discurre bajo la acera hasta el centro de transformación nº2, de 400+400 KVA, a instalar.
- El tercer tramo de la línea tiene su origen en el centro de transformación nº2, discurre bajo la acera, salvo en los cruces de calzada correspondientes, hasta el empalme a realizar en la línea que llega al centro de transformación existente “Marisol”, propiedad de Iberdrola S.A.U.
- El cuarto tramo de la línea tiene su origen en el centro de transformación nº2 y discurre bajo la acera, salvo en los cruces de calzada correspondientes, hasta el centro de transformación nº3, de 630+400 KVA, a instalar.
- El quinto tramo de la línea tiene su origen en el centro de transformación nº2 y discurre por el interior de la parcela del supermercado hasta llegar al centro de transformación interior existente de abonado, de 630 KVA.
- El sexto tramo de la línea tiene su origen en el Centro de Transformación nº3 y discurre bajo la acera hasta el nuevo centro de seccionamiento a instalar.
- El séptimo tramo de la línea tiene su origen en el nuevo centro de seccionamiento y discurre bajo la acera, salvo en los cruces de calzada correspondientes, hasta el nuevo entronque aéreo / subterráneo a instalar, colocado previo al apoyo nº11.792 de la línea aérea de media tensión existente, en el límite del Plan Parcial.
- El octavo tramo de la línea tiene su origen en el centro de seccionamiento y discurre por el interior de la parcela de la náutica hasta llegar al apoyo del centro de transformación exterior existente en el que se instalará in nuevo entronque aéreo/ subterráneo.
- Dada la longitud de los diferentes tramos, se preverá la realización de empalmes.

### 7.1. TRAZADO.

#### 7.1.1. PUNTOS DE ENTRONQUE Y FINAL DE LÍNEA.

La línea subterránea a instalar tendrá origen en la Subestación Transformadora y de Reparto de “La Manga”, situada a la entrada de la población de Cabo de Palos, en la línea “Cala Flores”, propiedad de Iberdrola, S.A., a la tensión de 20 kV, y destino en el empalme a realizar en la línea que llega al Centro de Transformación existente “Marisol”, en el nuevo entronque aéreo/ subterráneo a instalar previo al apoyo nº11.792 de la línea aérea de media tensión existente y en los centros de transformación de abonado situados en las parcelas del supermercado y de la náutica, tal y como queda grafiado en el Documento nº2: Planos.

#### 7.1.2. LONGITUD.

Tramo 1º: STR “La Manga” – CT1 (400+400 KVA)	360 m.
Tramo 2º: CT1 (400+400 KVA) – CT2 (400+400 KVA)	270 m.
Tramo 3º: CT2 (400+400 KVA) – CTI “Marisol”	310 m.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 6 de 114

Tramo 4º: CT2 (400+400 KVA) – CT3 (630+400 KVA)	400 m.
Tramo 5º: CT2 (400+400 KVA) – CTI de abonado existente (630 KVA)	25 m.
Tramo 6º: CT3 (630+400 KVA) – CS	70 m.
Tramo 7º: CS – nuevo entronque A/S a instalar	180 m.
Tramo 8º: CS – entronque A/S CTE de abonado existente (160 KVA)	30 m.

Por discurrir por zona urbana existen cruzamientos y paralelismos con otro tipo de canalizaciones por lo que la profundidad de las canalizaciones a instalar será al menos la indicada en la ITC-LAT 06, yendo entubada en todo su trazado y reforzada con hormigón en masa en los cruces de calzada.

### 7.1.3. TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS.

Todo el trazado de la Línea Subterránea de Media Tensión discurrirá en el Término Municipal de Cartagena, Murcia.

### 7.1.4. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.

Existirán cruces de calzada en la carretera El Algar – Cabo de Palos (Carretera RM-MU 312), en la que se establece el límite de la unidad de actuación, y en las calles A, B, C y en el camino público existente a Cala Reona, pudiendo existir cruzamientos y paralelismos en determinados tramos con instalaciones de alumbrado público, baja tensión, telecomunicaciones y suministro de agua potable, discurriendo el trazado bajo acera, salvo en los cruces de calzada mencionados.

En todo caso, se observarán las distancias mínimas en los casos de cruce y / o paralelismo que se produzcan, descritas en el plano de detalle adjunto, así como las protecciones correspondientes de los conductores mediante tubos, igualmente descritas en dicho plano.

### 7.1.5. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS, CON DIRECCIÓN Y DNI.

Las obras se realizarán en dominio público municipal al discurrir por viales y zonas públicas cedidas al Ayuntamiento y por el interior de parcelas privadas.

Los terrenos de dominio público municipal se encuentran a plena disposición. Los tendidos que se realicen por el interior de las parcelas dispondrán de las correspondientes autorizaciones para realizar el tendido de la línea de alta tensión por parte de los propietarios de las mismas, por lo que en el momento de la Contratación, todos los terrenos utilizados se encontrarán a disposición del Urbanizador.

Una vez construidas las instalaciones y se autorice su puesta en servicio y explotación, la titularidad de las que discurran por viales municipales pasará a la Compañía Suministradora, mediante la correspondiente acta de cesión, mientras que las restantes, que discurren por parcelas privadas, se cederán, en función al convenio adoptado, a los respectivos titulares, recayendo sobre ellos el mantenimiento de las instalaciones no cedidas a la Compañía Suministradora.

## 7.2. MATERIALES.

### 7.2.1. CONDUCTORES.

#### 7.2.1.1. Red subterránea de alta tensión.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 7 de 114

Para la red subterránea de alta tensión se empleará una terna de conductores unipolares de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección nominal de aislamiento seco HEPRZ1, 12/20 KV, y con las características siguientes:

- Tensión asignada	12/20 KV.
- Sección	240 mm <sup>2</sup> .
- Resistencia máxima a 90°	0,162 Ω/Km.
- Reactancia unitaria por fase	0,105 Ω/Km.
- Capacidad	0,453 μF/Km.
- Intensidad máxima admisible.	
• al aire	495 A.
• enterrada	365 A.
• entubada	345 A.
- Aislamiento	HEPR Etileno propileno de alto módulo.
- Cubierta	Z1 Compuesto de poliolefina.
- Reacción ante el fuego	(S) No propagador de la llama.
- Forma del conductor	K Circular compacta.
- Naturaleza del conductor	Al Aluminio.
- Sección de la pantalla	+ H16 pantalla metálica de 16 mm <sup>2</sup> .

Denominación: Conductor HEPRZ1 12/20 1x240 K + H16 según NI 56.43.01  
Conductor HEPRZ1 (S) 12/20 1x240 K + H16 según NI 56.43.01

#### 7.2.1.2. Red aérea de alta tensión.

Para modificar la red aérea de media tensión se emplearán los conductores existentes aluminio-acero galvanizado de 116,7 mm<sup>2</sup> de sección, según norma UNE-EN 50182, el cual está recogido en la norma NI 54.63.01, realizando las instalaciones y utilizando los materiales que sean precisos, cuyas características principales son:

- Sección de aluminio	100,0 mm <sup>2</sup> .
- Sección de acero	16,7 mm <sup>2</sup> .
- Sección total	116,7 mm <sup>2</sup> .
- Composición	6+1
- Diámetro de los alambres	4,61 mm.
- Diámetro aparente	13,8 mm.
- Carga mínima de rotura	3.433 daN.
- Módulo de elasticidad	7.900 daN/mm <sup>2</sup> .
- Coeficiente de dilatación lineal	0,0000191 °C <sup>-1</sup> .
- Masa aproximada	404 Kg/Km.
- Resistencia eléctrica a 20°	0,2869 Ω/Km.
- Densidad de corriente	2,795 A/mm <sup>2</sup> .

Denominación: 100-Al1/17-ST1A

La temperatura máxima de servicio, bajo carga normal en la línea, no sobrepasará los 50° C.

La tracción máxima en el conductor, viene indicada en las tablas de tendido que se incluyen dentro de este proyecto tipo, y no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura del mismo. La tracción en el conductor a 15° C y calma, no sobrepasará el 15% de la carga de rotura del mismo.

El recubrimiento de zinc, de los hilos de acero, cumple con los requisitos especificados en la Norma UNE-EN 50189.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 8 de 114

## 7.2.2. AISLAMIENTOS.

### 7.2.2.1. Red subterránea de alta tensión.

El aislamiento del conductor utilizado en la red subterránea de alta tensión estará constituido por un dieléctrico seco extruído, mediante el proceso denominado "triple extrusión".

- Tipo de aislamiento: mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR). Las características de este material serán las especificadas en tabla 2C tipo DIH-2 de la norma UNE HD 620-1.
- Espesor: tal como se indica en el capítulo 2 apartado 3.2 de UNE HD 620-9 E, estará en función del gradiente de potencial eléctrico máximo "El gradiente del potencial eléctrico a la tensión asignada  $U_0$  debe ser inferior o igual a 4 KV/mm a nivel de pantalla sobre el conductor e inferior o igual a 2,4 KV/mm sobre el aislamiento".
- Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C.
- Temperatura máxima en cortocircuito en máximo 5 s: 250°C

### 7.2.2.2. Red aérea de alta tensión.

La línea eléctrica aérea de alta tensión se ejecutará mediante conductores desnudos.

El aislamiento se llevará a cabo a través de los aisladores compuestos a instalar entre la línea eléctrica de alta tensión y el apoyo metálico proyectado según normas UNE 21909 y UNE-EN 62217. Los elementos de cadenas para los aisladores compuestos responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 61466. Los aisladores y elementos de cadena, según las normas citadas, están recogidos en la norma NI 48.08.01.

	<b>NIVEL DE POLUCIÓN MEDIO (II)</b>	
	Amarre	
	Marca	Denominación
	1	Aislador compuesto U70 YB 20
	2	Alojamiento de rótula R16/17P
	3	Grapa de amarre GA-2
	L = 575 mm	
	<b>NIVEL DE POLUCIÓN MUY FUERTE (IV)</b>	
	Amarre	
	Marca	Denominación
	1	Aislador compuesto U70 YB 20 P
	2	Alojamiento de rótula R16/17P
	3	Grapa de amarre GA-2-I
	L = 575 mm	

Figura nº1. Tipo de aislamiento de amarre en función del nivel de polución

El apoyo se encuentra próximo a la costa y expuesto a pulverización salina y vientos fuertes provenientes del mar, por lo que, de conformidad con lo indicado en la tabla 14 de la ITC-LAT 07, se ha de considerar un Nivel IV para el aislamiento, empleando para ello aisladores compuestos según norma NI 48.08.01, cuyas características son:

Aislador tipo U 70 YB 20 P

- Material . . . . . Compuesto

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 9 de 114

- Carga de rotura . . . . . 7.000 daN
- Línea de fuga . . . . . 740 mm
- Tensión de contorneo bajo lluvia  
a 50 Hz durante un minuto . . . . . 70 KV eficaces
- Tensión a impulso tipo rayo,  
valor cresta . . . . . 165 KV

Por tratarse de un apoyo fin de línea se empleará, de acuerdo con el MT 2.23.15, formación de cadena de amarre.

#### **7.2.2.2.1. Formación de cadenas.**

El material utilizado está fabricado de acuerdo con las especificaciones aceptadas por la compañía suministradora de energía eléctrica.

Los elementos que constituyen una cadena de aisladores se pueden considerar divididos en cuatro grupos:

- Tipo y número de elementos aisladores (en función del nivel de aislamiento).
- Herrajes. Norma de acoplamiento (en función del tipo de elemento aislador).
- Grapas (en función del diámetro del conductor).
- Accesorios (varillas helicoidales preformadas para refuerzo en cruces, etc.).

#### **7.2.3. HERRAJES Y ACCESORIOS.**

##### **7.2.3.1. En redes subterránea de alta tensión.**

##### **7.2.3.1.1. Empalmes en redes subterráneas de alta tensión.**

Se emplearán empalmes trifásicos guía 12/20KV (Seco DHZ1-Seco DHZ1) para cable 3 x (1 x 240 mm<sup>2</sup>).

Aluminio de sistema retráctil, de marca autorizada por Iberdrola S.A.U.

##### **7.2.3.2. En redes aéreas de alta tensión.**

##### **7.2.3.2.1. Diseño.**

Se evitarán puntas y aristas vivas, con el objeto de tener un efecto corona limitado en condiciones de servicio.

Estarán libres de rebabas, que pueden dañar a los conductores.

Las secciones más débiles estarán calculadas para cargas de rotura iguales a un 130% de las normalizadas.

##### **7.2.3.2.2. Materiales.**

Se utilizarán aceros normalizados de alta calidad, a los que se aplican los tratamientos térmicos adecuados con meticuloso rigor.

Del mismo modo, se empleará aluminio de primera fusión en grapas y aceros inoxidables, latones perfectamente contrastados en los pasadores, asegurando la calidad.

##### **7.2.3.2.3. Fabricación y control.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 10 de 114

Se utilizarán estampaciones en caliente para los herrajes y la fundición semiautomática del aluminio.

#### **7.2.3.2.4. Admisibilidad de conductores.**

Tanto las grapas de amarre como las de suspensión están previstas para su utilización con conductores de aleación de aluminio o aluminio-acero, equipados o no con varillas de protección.

Se emplearán herrajes RU 6617C de la norma 16, adecuados para utilizar con aisladores U70 / U120.

#### **7.2.3.2.5. Empalmes en redes aéreas de alta tensión.**

En todo momento cumplirán el apartado 2.1.6 de la ITC-LAT 07.

Los empalmes serán de aluminio. Previamente a su montaje, se deberá cepillar a fondo el conductor y aplicarle un inhibidor de calidad en la zona de de contacto con el empalme, asegurándose de esta forma su plena continuidad eléctrica.

#### **7.2.4. APOYOS.**

Con el fin de dar continuidad a la red aérea de alta tensión existente se instalará un único apoyo fin de línea en el predio sirviente, conforme a lo indicado en el artículo 56 y siguientes de la Ley 54/1997 del sector eléctrico, de tipo metálico de celosía (UNE 207017) según norma NI 52.10.01 en el que se habilitará el entronque aéreo subterráneo, tipo C-4500-16 UNESA.

El nuevo apoyo deberá quedar claramente identificado, empleando para ello placas y números de señalización según la norma NI 29.05.01, en el que se instalará una placa de señalización de riesgo eléctrico tipo CE 14, según la norma NI 29.00.00.

#### **7.2.5. CRUCETAS.**

Las crucetas a utilizar serán metálicas rectas para líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 KV, según las normas NI 52.31.02, tipo BC2-15/5.

Su diseño responde a las nuevas exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos, y donde se requiera, a la protección de la avifauna

#### **7.2.6. PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA.**

Se prevé la instalación en los centros de transformación de celdas de entrada / salida de línea, en hexafluoruro. Dispondrán de interruptor seccionador en hexafluoruro, seccionador de puesta a tierra en hexafluoruro, y juego de barras tripolar.

En los entronques aéreo / subterráneos a ejecutar se instalarán, además, juegos de seccionadores unipolares, así como los correspondientes aisladores para líneas aéreas de media tensión.

#### **7.3. ZANJAS Y SISTEMA DE ENTERRAMIENTO.**

La zanja normal en acera para el cable de alta tensión deberá tener una anchura mínima media de 0,60 metros y una profundidad mínima de 0,60 metros hasta la arista superior del tubo, mientras que en los cruces de calzada, la profundidad mínima hasta la arista superior

<p>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</p>	Revisión 0
	Julio 2013
<p><b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b></p>	Pág. 11 de 114

del tubo será de 0,80 metros, yendo embebida en hormigón en masa, tal como se indica en los planos de sección en detalle correspondientes.

El tubo de las canalizaciones que discurran bajo la acera dispondrá de un lecho de arena de 10 cm que habrá de recubrir el fondo de la zanja.

Cuando no sea posible alcanzar con la arista del tubo esta profundidad y haya de ser menor de 0,60 metros, deberán protegerse los mismos con chapa de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren su protección mecánica equivalente.

### **7.3.1. MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD.**

En la zanja y a lo largo de toda su longitud se colocará una cinta de PVC que se denominará de "Atención a la existencia de cable".

Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo, a una distancia mínima a la parte superior del cable de 0,30 m, siendo la distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento, acera, etc., de 0,10 m.

### **7.4. PUESTA A TIERRA.**

#### **7.4.1. PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS.**

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y puntos intermedios, lo que garantiza que no existan tensiones inducidas en los ámbitos metálicos.

#### **7.4.2. PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES AÉREAS.**

Se realizarán teniendo en cuenta lo especificado en los apartados 2.1 y 7 de la ITC-LAT 07.

Los apoyos se conectarán a tierra conforme a lo indicado en el Anexo E de la norma NI 2.21.66 de Iberdrola, mediante cimentación monobloque en tierra en zona frecuentada, lo que garantiza que no existan tensiones inducidas en los ámbitos metálicos.

El sistema empleado será mediante anillo difusor al soportar los apoyos aparatos de maniobra de protección y situarse en zonas frecuentadas de pública concurrencia.

La resistencia de difusión no será superior a 20  $\Omega$ .

Se efectuará enterrando a una profundidad mínima de 0,80 metros un anillo de forma cuadrada de 3,20 metros de lado de conductor de cobre de 95 mm<sup>2</sup> de sección. A este anillo se conectarán de forma equidistante 4 picas de 14,6 mm de diámetro y de 2 metros de longitud. Estas picas se hincarán hasta que su parte superior esté a una distancia mínima de 0,80 metros.

Los conductores de conexión a tierra cumplirán lo dispuesto en los apartados 2.1 y 7 de la ITC-LAT 07.

Los conductores de la línea de enlace con tierra serán de cobre, de 95 mm<sup>2</sup> de sección, e irán protegidos a su paso por la cimentación por tubo de acero galvanizado.

En el correspondiente plano se detalla el sistema de puesta a tierra elegido.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 12 de 114

## **8. PRESUPUESTO GENERAL.**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de DOSCIENTOS QUINCE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON UN CÉNTIMO (215.993,01 €).

## **9. CONCLUSIÓN.**

Con lo anteriormente expuesto y en unión de los documentos que se acompañan, se considera suficientemente descrita la instalación proyectada, sometiéndola a la consideración de los Organismos Competentes y quedando a su disposición para aclarar o ampliar aquello que estimen necesario.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

## ANEXO Nº1: DISPONIBILIDAD DE TERRENOS

### ANEXO 1 DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN

#### DATOS DEL TITULAR

Apellidos: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA DE CARTAGENA C.I.F.: Q-8050013-E

Domicilio social: CALLE DOCTOR FLEMING Nº: S/N Piso: —

Población: CARTAGENA Municipio: CARTAGENA

C.P.: 30.202 Provincia: MURCIA Teléfono de contacto:

Corresponde a una L.A.T. de \_\_\_\_\_ m, con origen en \_\_\_\_\_  
y final en \_\_\_\_\_ Término o Paraje de \_\_\_\_\_  
con nº de apoyos \_\_\_\_\_

#### DECLARA:

Que a los efectos de realizar la instalación eléctrica arriba referida, dispone de todos y cada uno de los permisos de paso y apoyo a través de los bienes y derechos afectados por el trazado de la citada línea y cuya relación y copia de los mismos, junto con plano de trazado, se acompañan a la presente declaración.

Nº ORDEN AFECTADO	TITULAR DE LA PROPIEDAD	LONGITUD DE LA TRAZA (m)	Nº DE LOS APOYOS
1	Iberdrola S.A.U.	10	
2	C.A. Región de Murcia	12	
3	Ayuntamiento de Cartagena	1.578	
4	Propietario	-	A definir
5	C.C. UPPER Cabo de Palos	25	
6	Náutica MARINA CENTER	30	

En Cartagena, a Julio de 2013

EL TITULAR

Fdo.: \_\_\_\_\_

ILMO. SR. DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 14 de 114

## **ANEXO Nº2: INICIO DE LAS OBRAS**

La redacción por parte del Ingeniero Industrial, autor del presente proyecto –visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia–, no implica que la obligación asumida formalmente de llevar a cabo la dirección técnica, se produzca de forma automática, o sea, que para que la ejecución material del trabajo se verifique bajo la supervisión y dirección efectiva del técnico autor del proyecto es necesario que se cumplan por parte del promotor los siguientes requisitos:

- a) Que el promotor notifique por escrito al técnico autor del proyecto que ha obtenido la correspondiente licencia administrativa que ampara la licitud del inicio de las obras proyectadas.
- b) Que el promotor notifique por escrito al técnico la fecha de inicio de las obras.
- c) Que se levante la correspondiente acta de inicio firmada por el promotor y el técnico que asume la efectiva dirección de las obras.

En caso de no cumplirse los requisitos antes indicados, el técnico autor del presente proyecto declina cualquier tipo de responsabilidad administrativa, urbanística, civil o penal que se pueda derivar como consecuencia del inicio o ejecución de las obras sin su conocimiento e intervención efectiva.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 15 de 114

## ANEXO Nº3: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL

MI. Apertura de zanja para canalización subterránea en acera, en cualquier tipo de terreno, para una (1) línea de la red de alta tensión de 0,45 x 0,90 metros, incluida excavación, tubo para canalización, relleno de material seleccionado, zahorra artificial compactada en capas de 25 centímetros, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte de sobrantes a vertedero, cinta de PVC con la inscripción "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,405	m³	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	3,3048
0,250	m³	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	2,9850
0,130	m³	Arena de machaqueo.	10,21	1,3273
0,45	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	5,3460
1,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 200 mm.	3,79	3,7900
1,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,2800
1,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 200 mm.	3,79	3,7900
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm² para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,15	h	Peón ordinario.	13,20	1,9800
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.	suma	35,0831
				2,1050
			Suma	37,1881
			Redondeo	+0,0019
			<b>Total €/ml</b>	<b>37,19</b>

MI. Apertura de zanja para canalización subterránea en acera, en cualquier tipo de terreno, para dos (2) líneas de la red de alta tensión de 0,65 x 0,90 metros, incluida excavación, tubo para canalización, relleno de material seleccionado, zahorra artificial compactada en capas de 25 centímetros, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte de sobrantes a vertedero, cinta de PVC con la inscripción "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,585	m³	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	4,7736
0,340	m³	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	4,0596
0,170	m³	Arena de machaqueo.	10,21	1,7357
0,585	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	7,7220



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 16 de 114

2,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,79	7,5800
2,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,5600
1,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,79	3,7900
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,30	h	Peón ordinario.	13,20	3,9600
		suma		46,4609
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		2,7877
		Suma		49,2486
		Redondeo		+0,0014
		<b>Total €/ml</b>		<b>49,25</b>

MI. Apertura de zanja para canalización subterránea en cruce de calzada, en cualquier tipo de terreno, para una (1) línea de la red de alta tensión de 0,65 x 1,10 metros, incluida excavación, tubo para canalización, relleno del mismo mediante capa de hormigón de 175 Kg/cm<sup>2</sup> de 0,40 m de espesor, zahorra artificial compactada en capas de 25 centímetros, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte de sobrantes a vertedero, cinta de PVC con la inscripción "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,715	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	5,8344
0,250	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	2,9850
0,140	m <sup>3</sup>	Arena de machaqueo.	10,21	1,4294
0,240	m <sup>3</sup>	Hormigón de 175 Kg/cm <sup>2</sup>	61,25	14,7000
0,715	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	9,4380
2,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,79	7,5800
2,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,5600
1,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,79	3,7900
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,40	h	Peón ordinario.	13,20	5,2800
		suma		63,8768
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		3,8326
		Suma		67,7094
		Redondeo		+0,0006
		<b>Total €/ml</b>		<b>67,71</b>

Ud. Apertura de hoyo con medios mecánicos y cimentación de 1,17x1,17x2,89 metros, con hormigón de 250 Kg/cm<sup>2</sup>, para apoyo metálico de celosía C-4500-16E UNESA, incluso red de tierra del apoyo, retirada de sobrantes a vertedero, mano de obra, instalación, pequeño material accesorio y medios auxiliares, totalmente terminado, s/plano de



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 17 de 114

detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
3,956	m³	Excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	32,2810
3,956	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	52,2192
4,150	m	Hormigón de 250 Kg/cm² para basamento de apoyo C-4500-16E UNESA	66,35	275,3525
1,00	PA	Unidad de puesta a tierra de apoyo de celosía	750,00	750,0000
1,00	h	Peón ordinario.	13,20	13,2000
			suma	1.123,0527
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		67,3832
			Suma	1.190,4358
			Redondeo	+0,0042
			<b>Total €/ml</b>	<b>1.190,44</b>

MI. Demolición de acera existente para instalación de canalizaciones y reposición de la misma, incluso relleno de zanjas con zahorra artificial, solera de hormigón e instalación de pavimento similar al existente tomado con mortero de cemento, totalmente terminado.

Sin descomposición **Total €/ml 31,21**

MI. Demolición y reposición de aglomerado asfáltico para instalación de canalizaciones en calzada con unas dimensiones medias de 0,65 m y 10 cm de espesor, incluso corte de asfalto con medios mecánicos, hormigón de protección, riego de imprimación (mezcla bituminosa tipo similar al existente) y curado con "Slurry" en frío, totalmente terminado.

Sin descomposición **Total €/ml 43,81**

## CAPÍTULO 2: MATERIAL ELÉCTRICO

Ud. Apoyo metálico de celosía tipo C-4500-16E UNESA para entronque aéreo/subterráneo, galvanizado por inmersión en caliente con recubrimiento de cinc de 0,61 Kg/m², incluso armado, izado, mano de obra, instalación, pequeño material accesorio y medios auxiliares, totalmente colocado. Se incluyen los siguientes elementos:

- 1 unidad de apoyo metálico de celosía C-4500-16E UNESA
- 1 unidad de cruceta plana mod. RC2-15/5
- 3 juegos de cadena de amarre, con aisladores de composite tipo U70 YB 20 P
- 1 unidad de soporte para seccionadores unipolares o XS
- 1 juego seccionadores unipolares o XS
- 1 unidad de soporte instalación de terminales y pararrayos autovalvulares
- 3 terminales unipolares tipo TES-24-TR240, dotados de conductor trenza de cobre desnudo para conexión de puesta a tierra mediante tornillo al soporte
- 3 pararrayos autovalvulares tipo poliméricos dotados de conductor trenza de cobre desnudo para conexión de puesta a tierra
- 3 conductores trenza de cobre desnudos de 50 mm² para interconexionar los terminales con los pararrayos autovalvulares
- 5 Kg de varilla de cobre electrolítico de 10 mm de diámetro para interconexionar la salida de los seccionadores con los terminales
- 20 metros de conductor de cobre de 95 mm², aislamiento 0,6/1 KV para puesta a



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 18 de 114	

tierra del soporte

- 7,5 metros de tubo de acero galvanizado de 16 mm de diámetro para protección de conductores
- 1 unidad de anillo de tierras apoyo y maniobra
- 1 unidad de soporte de maniobra
- 1 unidad de realización de entronque aéreo-subterráneo

Sin descomposición

**Total €/Ud 5.689,75**

Ud. Cruceta para realización de entronque aéreo/subterráneo en apoyo metálico de celosía existente, galvanizado por inmersión en caliente con recubrimiento de cinc de 0,61 Kg/m<sup>2</sup>, incluso armado, izado, mano de obra, instalación, pequeño material accesorio y medios auxiliares, totalmente colocado. Se incluyen los siguientes elementos:

- 1 unidad de soporte para seccionadores unipolares o XS
- 1 juego seccionadores unipolares o XS
- 1 unidad de soporte instalación de terminales y pararrayos autovalvulares
- 3 terminales unipolares tipo TES-24-TR240, dotados de conductor trenza de cobre desnudo para conexión de puesta a tierra mediante tornillo al soporte
- 3 pararrayos autovalvulares tipo poliméricos dotados de conductor trenza de cobre desnudo para conexión de puesta a tierra
- 3 conductores trenza de cobre desnudos de 50 mm<sup>2</sup> para interconexionar los terminales con los pararrayos autovalvulares
- 5 Kg de varilla de cobre electrolítico de 10 mm de diámetro para interconexionar la salida de los seccionadores con los terminales
- 20 metros de conductor de cobre de 95 mm<sup>2</sup>, aislamiento 0,6/1 KV para puesta a tierra del soporte
- 7,5 metros de tubo de acero galvanizado de 16 mm de diámetro para protección de conductores
- 1 unidad de soporte de maniobra
- 1 unidad de realización de entronque aéreo-subterráneo

Sin descomposición

**Total €/Ud 2.057,33**

MI. Red subterránea de alta tensión formada por tres conductores unipolares de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección, aislamiento seco DHZ-1, tensión asignada de servicio 12/20 KV, tipo HEPRZ-1, s/ recomendaciones de UNESA 3305-C y NEH 1410/0011/0101, incluso tendido, material de fijación y señalización, conexión a celdas CGM de hexafluoruro, de alta tensión, o a seccionadores unipolares colocados en crucetas de los apoyos aéreo-subterráneos, terminado y en servicio, colocado.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
3,00	m	Conductor unipolar de aluminio de 240 mm <sup>2</sup> , tensión asignada de servicio 12/20 KV y cubierta de aislamiento seco tipo HEPRZ1.	6,17	18,5100
1,00	PA	Tendido de conductor eléctrico de alta tensión de 1x240 mm <sup>2</sup> a través de tubo DN 200 mm, sin aporte de cableado	3,15	3,1500
2	%	Despuntos y pérdidas		0,3702
1,00	PA	Material de fijación y señalización	1,25	1,2500
0,08	h	Peón electricista	13,20	1,0560
			Suma	24,3362
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		1,4602
			Suma	25,7964



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 19 de 114	

Redondeo +0,0036  
Total €/ml 25,80

Ud. Juego de 3 terminales en T-400 PA-3-150/24 Ac AL HEPRZ, colocado.

Sin descomposición Total €/Ud 1.082,40

Ud. Juego de 3 empalmes ELASPEED para conductor de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección y tensión de aislamiento 12/20 KV, terminado.

Sin descomposición Total €/Ud 1.238,00

### CAPÍTULO 3: VARIOS

PA Instalación y conexión de grupo electrógeno de potencia adecuada para suministro de energía eléctrica a líneas eléctricas de baja tensión que parten de centro de transformación durante el tiempo necesario de duración de la maniobra de instalación de la aparamenta de media tensión, totalmente acabado, en servicio y reconexión de líneas eléctricas de baja tensión a la aparamenta de baja tensión existente en el centro de transformación.

Sin descomposición Total €/PA 5.250,00

PA Medición y comprobación de fugas de corriente y puesta a tierra de líneas subterráneas de alta tensión.

Sin descomposición Total €/PA 750,00

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 20 de 114

## ***ANEXO Nº4: PUNTO DE CONEXIÓN***

El presente Anexo debe incorporar el escrito emitido por la Compañía Suministradora de energía eléctrica a la demanda de potencia indicada en el apartado 6 de la Memoria Descriptiva, en el que se define el punto de entronque de las nuevas instalaciones objeto del Proyecto con las instalaciones propiedad de la Compañía Suministradora, así como las condiciones técnico-económicas que se han de tener en cuenta en la redacción, autorización, ejecución y puesta en servicio de la instalación indicada en el mismo.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 21 de 114

## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.**

Tanto los conductores a emplear como los apoyos serán del tipo indicado en la recomendación UNESA RU 6704 A, que son los normalizados por Iberdrola; de esta forma, en el tramo aéreo, no es preciso realizar el diseño de los apoyos propiamente dichos, limitándose los cálculos mecánicos al de los esfuerzos incidentes en cada apoyo y verificación de que la cimentación recomendada en los manuales de esta empresa, resulta estable para estos esfuerzos.

Se estudiarán los valores de las solicitaciones, eléctricas y mecánicas, previstas en el vigente Reglamento de Líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre) o superiores, y en función de estos valores se justificará el tipo de conductor y apoyo a emplear.

#### **1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA.**

Las actuales necesidades de energía eléctrica en baja tensión en el sector suponen un total de 2.938,81 Kw., suministrada por tres centros de transformación, definidos en proyectos aparte.

En función de las necesidades de energía eléctrica en baja tensión para las parcelas, queda definida la potencia de los centros de transformación, a una tensión de 20.000/400/230 V, resultando lo siguiente:

- Para el centro de transformación nº1, la potencia total instalada es de 800 KVA (dos transformadores de 400 KVA).
- Para el centro de transformación nº2, la potencia total instalada es de 800 KVA (dos transformadores de 400 KVA).
- Para el centro de transformación nº3, la potencia total instalada es de 1.030 KVA (un transformador de 630 KVA y otro de 400 KVA).

Además de la potencia demandada por las parcelas del Sector, es necesario considerar la energía eléctrica suministrada a las instalaciones existentes, las cuales son la dedicada a una náutica y la dedicada a un supermercado, cuyo suministro se efectúa directamente en alta tensión por lo que disponen de centros de transformación de cliente (o abonado), sujetos a la Ley de Protección de Datos, por lo que no es posible conocer la potencia demandada por la instalación, por ser datos internos de la compañía suministradora.

Sin embargo, se conoce que la potencia máxima para un transformador de intemperie como el que suministra energía eléctrica a la parcela de la náutica es de 160 KVA mientras que la potencia máxima del transformador interior que abastece de energía eléctrica a la parcela destinada al supermercado es de 630 KVA, siendo éstas por tanto las que se consideren como potencias demandadas por las instalaciones.

Se obtiene así una potencia total para los centros de transformación de 3.420 KVA.

La potencia suministrada mediante la línea de alta tensión objeto del presente proyecto viene definida por la expresión:

$$PLAT = 0,85 \cdot \Sigma PCT$$



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 22 de 114

donde:

PLAT: Potencia suministrada mediante la línea de alta tensión, en KVA.

ΣPCT: Potencia de los centros de transformación previstos, en KVA.

La potencia suministrada mediante la línea de alta tensión será:

$$PLAT = 0,85 \cdot 3.240 = 2.907 \text{ KVA}$$

La presente línea se empleará para el transporte de esos 2.907 KVA.

#### 1.1.1. POTENCIA MÁXIMA DEMANDADA POR LA INSTALACIÓN.

La potencia máxima real demandada por la instalación vendrá dada por la necesidades de energía eléctrica en baja tensión, que suponen un total de 2.938,81 Kw., incrementada por la potencia demandada por los centros de transformación de abonado, teniendo en cuenta que el factor de potencia para este tipo de instalaciones  $[\cos(\phi)]$  es de 0,9i

$$P = 2.938,81 + [630 + 160] \cdot 0,9 = 3.649,81 \text{ Kw}$$

Además de la demanda de potencia anteriormente indicada, la instalación tiene continuidad en una línea eléctrica aérea de alta tensión (20 KV) que se va a suponer con conductores de aluminio-acero galvanizado de 116,7 mm<sup>2</sup> de sección, 100-AI1/17-ST1A.

#### 1.1.2. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR POR LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.

La potencia máxima capaz de transportar mediante la línea subterránea de alta tensión HEPRZ1, en función de la intensidad máxima admisible por el conductor (332,2 A) según se determina en el apartado 1.2.1.1, y un factor de potencia para este tipo de instalaciones  $[\cos(\phi)]$  de 0,9i, será:

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot U_N \cdot \cos(\phi) = \sqrt{3} \cdot 332,2 \cdot 20 \cdot 0,9 = 10.357,0 \text{ Kw}$$

#### 1.1.3. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR POR LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN.

La potencia máxima capaz de transportar mediante la línea aérea de alta tensión 100-AI1/17-ST1A, en función de la intensidad máxima admisible por el conductor (326,18 A), según se determina en el apartado 1.2.1.2, con un factor de potencia para este tipo de instalaciones  $[\cos(\phi)]$  de 0,9i, será:

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot U_N \cdot \cos(\phi) = \sqrt{3} \cdot 326,18 \cdot 20 \cdot 0,9 = 10.169,3 \text{ Kw}$$

#### 1.1.4. VIABILIDAD TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN.

La potencia que es capaz de transportar la línea subterránea de media tensión es sensiblemente superior a la que es capaz de transportar la línea aérea de media tensión.

Como los centros de transformación se instalarán en el tramo subterráneo de la línea de alta tensión proyectada y ésta se conectará directamente con la que parte de la Subestación Transformadora y de Reparto "La Manga", y la potencia que es capaz de transportar esta línea es superior a la demandada por la línea aérea de alta tensión existente en la actualidad y a la

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 23 de 114

demandada por la instalación, la potencia máxima a transportar por la instalación será la de la línea aérea de alta tensión, de 10.169,3 Kw.

## 1.2. INTENSIDAD.

### 1.2.1. DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE.

#### 1.2.1.1. Tramo subterráneo.

##### 1.2.1.1.1. Características del conductor.

Para la red subterránea de alta tensión se empleará una terna de conductores unipolares de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección nominal, designación normalizada DHZ-1, tipo HEPRZ1, tensión asignada 12/20 KV, y con las características siguientes:

- Tensión asignada	12/20 KV.
- Sección	240 mm <sup>2</sup> .
- Resistencia máxima a 90°	0,162 Ω/Km.
- Reactancia unitaria por fase	0,105 Ω/Km.
- Capacidad	0,453 μF/Km.
- Intensidad máxima admisible.	
• al aire	495 A.
• enterrada	365 A.
• entubada	345 A.
- Aislamiento	HEPR Etileno propileno de alto módulo.
- Cubierta	Z1 Compuesto de poliolefina.
- Reacción ante el fuego	(S) No propagador de la llama.
- Forma del conductor	K Circular compacta.
- Naturaleza del conductor	Al Aluminio.
- Sección de la pantalla	+ H16 pantalla metálica de 16 mm <sup>2</sup> .

La elección viene impuesta por los servicios técnicos de Iberdrola, en función de las características de la instalación existente en la zona y de los cortocircuitos previsibles en las redes subterráneas, no sólo en la realidad presente, sino en la futura.

##### 1.2.1.1.2. Cálculo de la corriente máxima admisible.

Suponiendo que en el peor de los casos la línea subterránea de alta tensión HEPRZ1 se encuentre trabajando en condiciones de saturación, la intensidad máxima que podría circular por la misma para canalizaciones entubadas sería de 345 A.

Según se indica en la ITC-LAT 06, la intensidad máxima admisible trabajando en condiciones de saturación se encuentra afectada por los siguientes factores de corrección:

- $f_p = 1,03$ , para profundidades de 0,8 metros.
- $f_d = 0,85$ , para dos ternos en la misma zanja a una distancia entre tubos de 0,10 m.
- $f_t = 1,10$ , para temperaturas de servicio de 90° C y temperatura ambiente de 30° C.

La intensidad máxima admisible vendrá dada por:

$$I_{\text{máx}} = f_p \cdot f_d \cdot f_t \cdot I = 1,03 \cdot 0,85 \cdot 1,10 \cdot 345 = 332,2 \text{ A}$$

##### 1.2.1.2. Tramo aéreo.

##### 1.2.1.2.1. Características del conductor.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 24 de 114

Para el conductor 100-AI1/17-ST1A, supuesto en el tramo comprendido a partir del nuevo entronque aéreo-subterráneo previo al apoyo N°11.792 de la línea aérea de alta tensión existente, se tienen las siguientes características:

- Sección de aluminio . . . . .	100,0	mm <sup>2</sup> .
- Sección de acero . . . . .	16,7	mm <sup>2</sup> .
- Sección total . . . . .	116,7	mm <sup>2</sup> .
- Composición . . . . .	6+1	
- Diámetro de los alambres . . . . .	4,61	mm.
- Diámetro aparente . . . . .	13,8	mm.
- Carga mínima de rotura . . . . .	3.433	daN.
- Módulo de elasticidad . . . . .	7.900	daN/mm <sup>2</sup> .
- Coeficiente de dilatación lineal . . . . .	0,0000191	° C <sup>-1</sup> .
- Masa aproximada . . . . .	404	Kg/Km.
- Resistencia eléctrica a 20° . . . . .	0,2869	Ω/Km.
- Densidad de corriente . . . . .	2,795	A/mm <sup>2</sup> .

#### 1.2.1.2.2. Cálculo de la corriente máxima admisible.

La densidad máxima de corriente en régimen permanente, para la corriente alterna y frecuencia 50 Hz, se deduce del valor de densidad de corriente indicado en la tabla 11 ( $\delta = 2,983 \text{ A/mm}^2$ ), y del coeficiente de reducción ( $c_R = 0,937$ ). Al tratarse de un cable de aluminio-acero, de composición 6+1 alambres, el coeficiente de reducción, ambos datos indicados en el apartado 4.2.1 de la ITC-LAT 07.

La densidad real de corriente ( $\delta_R$ ) que es capaz de soportar el cable es:

$$\delta_R = \delta \cdot c_R = 2,983 \cdot 0,937 = 2,795 \text{ A/mm}^2$$

que confirma el valor de densidad de corriente indicado en las características del conductor empleado.

La intensidad máxima admisible ( $I_{\text{máx}}$ ) por el conductor es igual a:

$$I_{\text{máx}} = \delta_R \cdot S = 2,795 \cdot 116,7 = 326,18 \text{ A}$$

### 1.3. REACTANCIA.

#### 1.3.1. REACTANCIA DEL TRAMO SUBTERRÁNEO.

La reactancia unitaria de la línea subterránea ( $\chi_S$ ) de  $0,105 \text{ Ω/Km}$ ; para una longitud total de la línea subterránea  $L_S = 1,800 \text{ Km}$ , incluyendo el tendido en el interior de STR La Manga, la reactancia del tramo subterráneo se determinará:

$$X_S = \chi_S \cdot L_S [\Omega]$$

$$X_S = 0,105 \cdot 1,800 = 0,189 \Omega$$

#### 1.3.2. REACTANCIA DEL TRAMO AÉREO.

La reactancia de la línea aérea se calculará mediante la fórmula:

$$\chi_A = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L (\Omega/\text{Km})$$

donde L es el coeficiente de autoinducción que tiene por expresión:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 25 de 114

$$L = \frac{\mu_0}{8 \cdot \pi} + \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \frac{D}{r} \text{ (H/m/fase)}$$

o mejor aún, su forma práctica, de empleo casi universal:

$$L = \left( 0,5 + 4,605 \cdot \log \frac{D}{r} \right) \cdot 0,0001 \text{ (H/Km/fase)}$$

Se llega a:

$$\chi_A = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left( 0,5 + 4,605 \cdot \log \frac{D}{r} \right) \cdot 0,0001 \text{ (}\Omega\text{/Km/fase)}$$

siendo:

f = frecuencia de la red en hercios.

d = distancia media geométrica entre ejes de conductores.

r = radio aparente del conductor (en las mismas unidades que d).

El valor d se determina a partir de las distancias  $d_1$ ,  $d_2$  y  $d_3$  entre conductores que proporcionan las crucetas elegidas, representadas en los planos.

$$D = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3}$$

Aplicando valores para una línea 100-AI1/17-ST1A:

- Para crucetas tipo RC1-15/5, de 1,50 m de separación entre conductores, similares a las que se han de instalar para ejecutar el entronque aéreo-subterráneo,  $\chi_{A 100} = 0,3684 \Omega\text{/Km}$ .

Se desconoce la longitud total de la línea aérea 100-AI1/17-ST1A ( $L_{A 100}$ ); en el caso de que esta distancia fuera conocida, la reactancia del tramo aéreo se determinaría:

$$X_{A 100} = \chi_{A 100} \cdot L_{A 100} = 0,3684 \cdot L_{A 100} \text{ } [\Omega]$$

#### **1.4. CAÍDAS DE TENSIÓN.**

Teniendo en cuenta que los valores a considerar para el cálculo no son conocidos, y son el resultado de la suma de los valores de ambos tramos y que la capacidad de carga será la del tramo que la tenga menor, de acuerdo con las fórmulas:

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia de la capacidad y otros parámetros transversales) es:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot [R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi)] \cdot L$$

siendo:

- $\Delta U$  = Caída de tensión compuesta, en V.
- I = Intensidad de la línea, en A.
- X = Reactancia total por fase, en  $\Omega\text{/Km}$ .
- R = Resistencia total por fase, en  $\Omega\text{/Km}$ .
- $\cos(\varphi)$  = factor de potencia (se considera 0,9).



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 26 de 114

L = Longitud de la línea, en Km.

Llegados a este punto, es posible determinar la máxima caída de tensión que se puede producir en la nueva línea subterránea de alta tensión proyectada considerando que por ella circula la intensidad máxima admisible, que en este caso será la de la línea aérea de alta tensión ( $I = 326,18 \text{ A}$ ).

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 326,18 \cdot [0,162 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,436] \cdot 1,800 = 194,82 \text{ V}$$

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi)} \text{ [A]}$$

siendo:

P = Potencia transportada, en Kw.

U = Caída de tensión compuesta, en V.

la caída de la tensión compuesta, en %, es:

$$\Delta U(\%) = \frac{100 \cdot \Delta U}{U} = \frac{P \cdot L \cdot [R + X \cdot \operatorname{tg}(\varphi)]}{10 \cdot U^2} \text{ [%]}$$

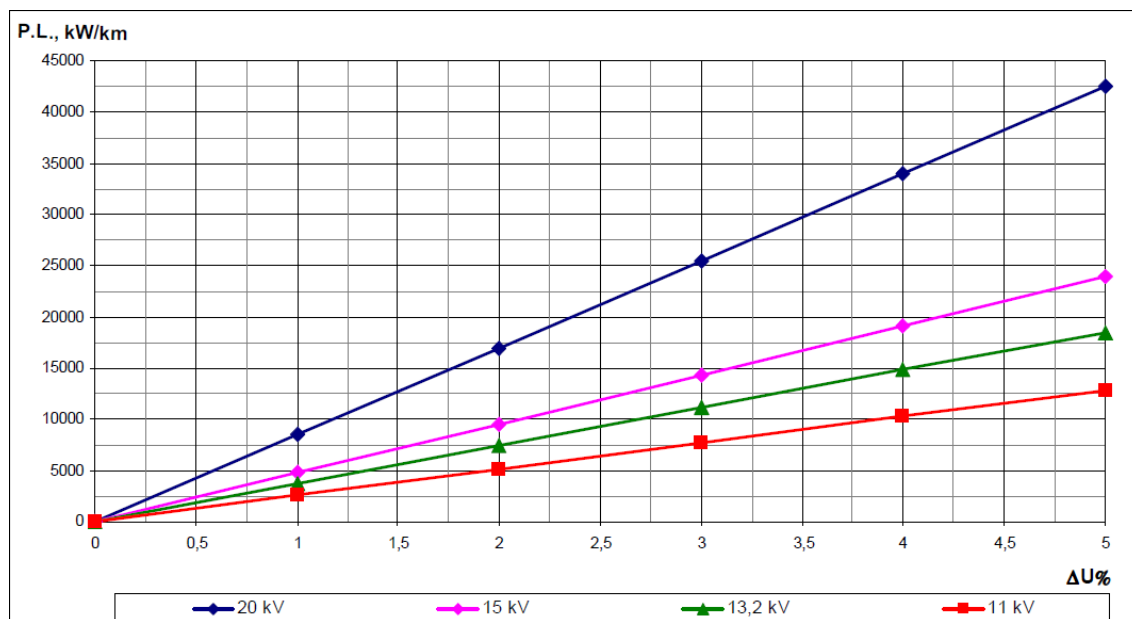


Gráfico n°1. Momento eléctrico en función de  $\Delta U(\%)$

### 1.5. PÉRDIDAS DE POTENCIA.

Las pérdidas por efecto Joule a lo largo de la línea se calculan con la fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 \text{ [w]}$$

Las pérdidas de potencia en tanto por ciento  $\Delta P(\%)$  serán de:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 27 de 114

$$\Delta P(\%) = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100 = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2(\varphi)} [\%]$$

donde cada variable se expresa en las unidades anteriormente expuestas.

### 1.5.1. PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN.

Sustituyendo los valores conocidos  $R = 0,162 \, \Omega/\text{Km}$  y  $U = 20 \text{ KV}$ , se tiene para una tensión nominal de 20 KV y un factor de potencia  $\cos(\varphi)$  igual a 0,9i unas pérdidas de potencia que vienen determinadas por la expresión:

$$\Delta P(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 0,162}{10 \cdot 20^2 \cdot 0,9^2} = 0,00005 \cdot P \cdot L [\%]$$

Al conocerse la longitud de la línea subterránea de alta tensión ( $L = 1,80 \text{ Km}$ ), las pérdidas de potencia en este tramo serán función únicamente de la potencia transportada, según la expresión:

$$\Delta P(\%) = 0,00009 \cdot P [\%]$$

### 1.5.2. PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN.

Sustituyendo los valores conocidos  $R = 0,2869 \, \Omega/\text{Km}$  y  $U = 20 \text{ KV}$ , se tiene para una tensión nominal de 20 KV y un factor de potencia  $\cos(\varphi)$  igual a 0,9i unas pérdidas de potencia que vienen determinadas por la expresión:

$$\Delta P(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 0,2869}{10 \cdot 20^2 \cdot 0,9^2} = 0,00008855 \cdot P \cdot L [\%]$$

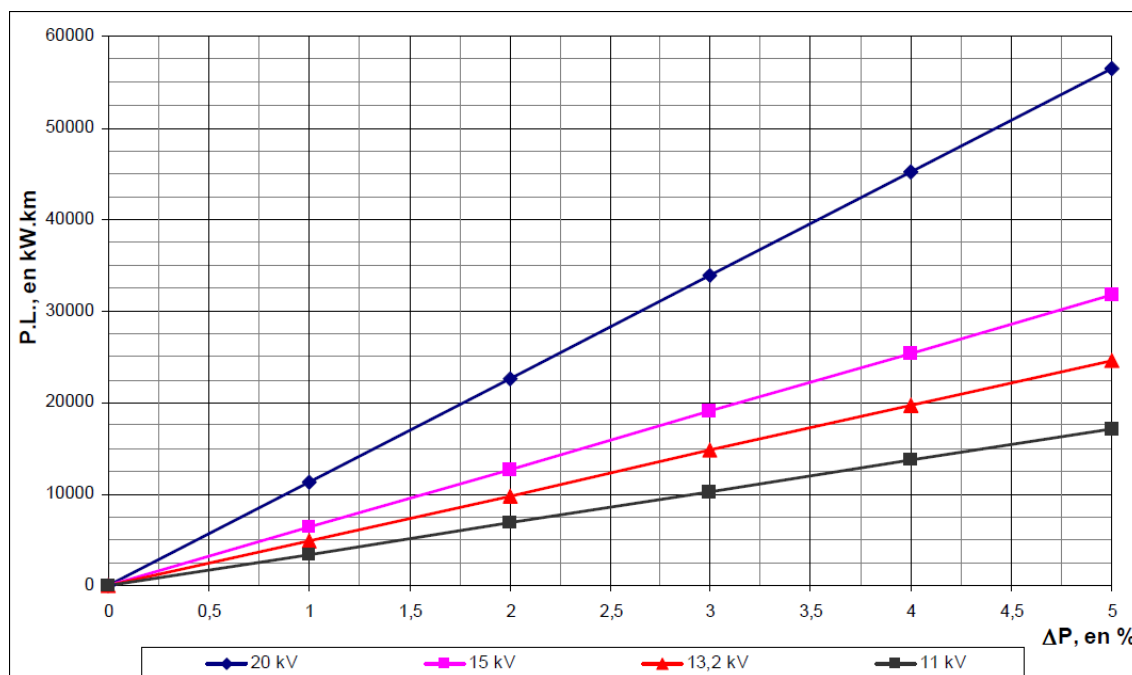


Gráfico n°2. Pérdida de potencia, en %

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 28 de 114

## 1.6. OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

### 1.6.1. POTENCIA TOTAL A TRANSPORTAR POR LA RED.

La potencia total a transportar por la línea se determina partir de la relación:

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot U_N \cdot \cos(\varphi)$$

Este valor se definió en el apartado 1.1.2 del presente documento.

Sustituyendo los valores conocidos  $R = 0,2869 \Omega/\text{Km}$  y  $U = 20 \text{ KV}$ , para  $\Delta U(\%) = 5$ , se representa la potencia máxima a transportar  $P$ , en Kw, en función de la longitud  $L$ , expresada en Km, para una temperatura del conductor de  $20^\circ \text{ C}$ .

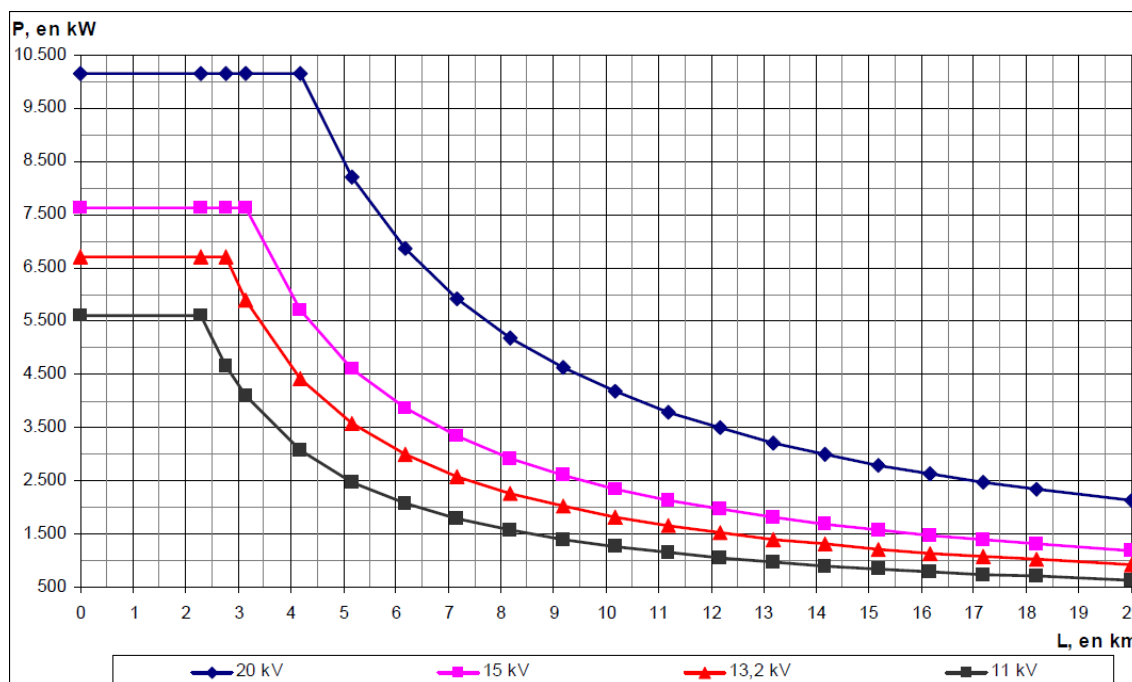


Gráfico nº3. Potencia máxima en función de la longitud, para  $\Delta U = 5\%$

## 2. CÁLCULOS MECÁNICOS.

### 2.1. CONDUCTORES.

#### 2.1.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.

El tendido se va a realizar mediante canalización entubada, por lo que el conductor no se va a encontrar sometido a esfuerzos.

#### 2.1.2. LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN.

El cálculo mecánico del conductor se realiza teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 29 de 114

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo, igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tracción de los conductores; además, que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que la tracción de trabajo de los conductores a 15° C sin ninguna sobrecarga, no exceda del 15% de la carga de rotura EDS (tensión de cada día, Every Day Stress).
- Cumpliendo las condiciones anteriores se contempla una tercera, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados.

Al establecer la condición b) se tiene en cuenta el tense límite dinámico del conductor bajo el punto de vista del fenómeno vibratorio eólico del mismo, EDS (ITC-LAT 07 apartado 3.2.2).

Atendiendo a las condiciones anteriores se establece para la zona reglamentaria A una tracción mecánica del conductor a 15° C, sin sobrecarga de 514,95 daN, valor equivalente al 15 % de la carga de rotura. A efectos de tracción máxima se establece el valor máximo de 1000 daN, con lo que se garantiza un coeficiente de seguridad 3,433. Para líneas de pequeña longitud y con ángulos fuertes se adoptan dos tenses reducidos de 450 y 725 daN.

Las condiciones que se establecen en la tabla 4 y el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 sobre la tracción y flecha máxima, aplicadas al tipo de línea y conductor se indican en la siguiente tabla.

ZONA A					
Hipótesis	VIENTO				
Tracción Máxima 1000	Presión daN/m <sup>2</sup>	Sobrecarga daN/m	Peso daN/m	Peso + sobrecarga daN/m	Temperatura °C
	60	0,828	0,396	0,918	-5
Flecha máx. Viento	60	0,828	0,396	0,918	15
Flecha máx. Calma			0,396		50

**Tabla nº1. Condiciones de las hipótesis que limitan la tracción máxima admisible**

#### **2.1.2.1. Cargas y sobrecargas a considerar para un conductor 100-AI1/17-ST1A.**

##### **2.1.2.1.1. Cargas permanentes.**

Se deben considerar las cargas verticales de los distintos elementos, indicados a continuación:

##### **Peso propio de los conductores.**

Los conductores 100-AI1/17-ST1A tienen un peso propio de 0,396 daN/m (0,404 Kg/m). Teniendo en cuenta que la longitud del vano es de 0,090 Km y que la red eléctrica es trifásica, la carga vertical de los conductores será:

$$P_c = 3 \cdot 0,396 \cdot \frac{90}{2} = 53,46 \text{ daN}$$

##### **Peso propio de los aisladores.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 30 de 114

A efectos de cálculos, se adopta un peso por cadena de aisladores U70 YB 20P de 5 daN. Teniendo en cuenta que la red eléctrica es trifásica, la carga vertical de los aisladores será:

$$P_a = 3 \cdot 5 = 15 \text{ daN}$$

#### **Peso propio de los herrajes.**

Por el volumen que ocupan, el peso de los herrajes se puede considerar incluido en el peso propio de los aisladores.

#### **Peso propio de los cables de tierra.**

La red no dispone de conductor de tierra.

#### **Peso propio del apoyo.**

Considerando un apoyo tipo C-4500-16E UNESA, su peso es  $P_{ap} = 1.306 \text{ Kg}$ .

#### **Peso propio de la cruceta.**

Considerando una cruceta tipo RC2-15/5 UNESA, su peso es  $P_{cr} = 90 \text{ Kg}$ .

#### **Peso propio del soporte de botellas y autoválvulas y seccionadores.**

El peso del soporte de botellas y autoválvulas y seccionadores es  $P_{sba} = 80 \text{ Kg}$ .

#### **Peso propio de la cimentación.**

Suponiendo que el terreno en el que se va a ubicar el nuevo apoyo es flojo y que éste es del tipo C-4500-16E UNESA, la cimentación será de tipo prismático, de hormigón, con unas dimensiones mínimas de 2,89 metros de profundidad y 1,17 metros de lado.

Teniendo en cuenta que la densidad del hormigón es de  $2.780 \text{ Kg/m}^3$ , y el volumen utilizado de hormigón es de  $4,15 \text{ m}^3$ , el peso de la cimentación será:

$$F_b = 2.780 \cdot 4,15 = 11.537 \text{ Kg}$$

#### **2.1.2.1.2. Fuerzas del viento sobre los componentes de las líneas aéreas.**

Se considerará un viento mínimo de referencia ( $V_v$ ) de  $120 \text{ Km/h}$  ( $33,3 \text{ m/s}$ ) de velocidad. Se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

La acción del viento, en función de su velocidad en  $\text{Km/h}$ , da lugar a las fuerzas que a continuación se indican sobre los elementos de la línea aérea de alta tensión.

#### **Fuerza del viento sobre los conductores.**

Considerando los vanos adyacentes, la fuerza del viento sobre un apoyo de alineación será, para cada conductor del haz:

$$F_{v(\text{cond})} = 60 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \text{ [daN]}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 31 de 114

donde:

- d diámetro del conductor, en metros,  
 $a_1, a_2$  longitudes de los vanos adyacentes, en metros. La semisuma de  $a_1$  y  $a_2$  es el vano de viento o eolovano,  $a_v$ .

La fuerza del viento sobre los conductores será:

$$F_{v(\text{cond})} = 60 \cdot \left( \frac{120}{120} \right)^2 \cdot 0,0138 \cdot \frac{90 + 0}{2} = 37,3 \text{ daN}$$

#### Fuerza del viento sobre las cadenas de aisladores.

La fuerza del viento sobre las cadenas de aisladores vendrá dada por la expresión:

$$F_{v(\text{aisl})} = 70 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \cdot A_{(\text{aisl})} \text{ [daN]}$$

donde  $A_{(\text{aisl})}$  es el área de la cadena de aisladores proyectada horizontalmente en un plano vertical paralelo al eje de la cadena de aisladores, en  $\text{m}^2$ .

La fuerza del viento sobre las cadenas de aisladores será, suponiendo una longitud de cadena de aisladores compuestos tipo U70 YB 20 P de 0,50 metros y un ancho de cadena medio de 0,06 metros:

$$F_{v(\text{aisl})} = 70 \cdot \left( \frac{120}{120} \right)^2 \cdot (0,50 \cdot 0,06) \approx 2,1 \text{ daN}$$

#### Fuerza del viento sobre los apoyos de celosía.

La fuerza del viento sobre los apoyos de celosía vendrá dada por la expresión:

$$F_{v(\text{cel})} = 170 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \cdot A_{(\text{cel})} \text{ [daN]}$$

donde  $A_{(\text{cel})}$  es el área del apoyo expuesta al viento proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en  $\text{m}^2$ .

La fuerza del viento sobre el apoyo de celosía, suponiendo que se utiliza para ello un apoyo C-4500-16E UNESA, coeficiente de opacidad al viento ( $\eta$ ) de 0,30, será:

$$F_{v(\text{cel})} = 170 \cdot \left( \frac{120}{120} \right)^2 \cdot \left( 0,510 \cdot 4,200 + \frac{0,510 + 0,927}{2} \cdot 11,800 \right) \cdot (1 - 0,30) = 1.263,82 \text{ daN}$$

#### Fuerza del viento sobre superficies planas.

La fuerza del viento sobre las superficies planas vendrá dada por la expresión:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 32 de 114

$$F_p = 100 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \cdot A_p \text{ [daN]}$$

donde  $A_p$  es el área proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en  $m^2$ .

La fuerza del viento sobre las superficies planas, que se manifiesta en las chapas antiescalo, en las crucetas y en los soportes de botellas, autoválvulas y seccionadores (según se determina en el apartado 2.2, a colocar en los apoyos de celosía será:

$$F_{p(ch)} = 100 \cdot \left( \frac{120}{120} \right)^2 \cdot \left( \frac{0,863 + 0,927}{2} \cdot 2,00 \right) = 179 \text{ daN}$$

$$F_{p(sba)} = 100 \cdot \left( \frac{120}{120} \right)^2 \cdot (0,27 + 0,18) = 45 \text{ daN}$$

#### 2.1.2.1.3. Sobrecargas motivadas por el hielo.

No se considera sobrecarga motivada por hielo, al estar la línea situada en la zona A, según se describe en el apartado 5.2 del Documento nº1: Memoria.

#### 2.1.2.1.4. Desequilibrio de tracciones en apoyos fin de línea.

Se debe considerar por este concepto un esfuerzo igual al 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, que en este caso se establece en el valor máximo de 514,95 daN para cada conductor.

Se debe considerar la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

#### 2.1.2.1.5. Esfuerzos longitudinales por rotura de conductores en apoyos fin de línea.

Se debe considerar por este concepto un esfuerzo igual al 100% de la tracción máxima de todos los conductores y cables de tierra, que en este caso se establece en un valor de 1000 daN para cada conductor.

Se debe considerar la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

#### 2.1.2.2. Determinación de esfuerzos de tracción de los conductores.

Según comprobación realizada in situ, la distancia a la que reencuentran los dos apoyos consecutivos es de 90 metros.

Por las condiciones de ejecución descritas y alturas de implantación definidas en el presente documento, se realiza el correspondiente estudio de la línea aérea de alta tensión con un tense reducido para la instalación de los conductores.

##### 2.1.2.2.1. Ángulo de oscilación del conductor con el viento.

La expresión que define el ángulo de oscilación del conductor es:

$$\gamma = \arctg \left( \frac{P_v}{P_p} \right) [^\circ]$$



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 33 de 114

donde:

$\gamma$  ángulo de oscilación del conductor, en grados.

$P_V$  Esfuerzo del viento sobre el conductor, en daN/m;

$$P_V = 60 \cdot 0,0138 = 0,828 \text{ daN/m.}$$

$P_P$  Carga lineal del conductor, en daN/m.

$$P_P = 0,404 \cdot 0,981 = 0,3963 \text{ daN/m.}$$

El ángulo de oscilación del conductor es:

$$\gamma = \arctg\left(\frac{0,828}{0,3963}\right) = 64,42^\circ$$

#### 2.1.2.2.2. Peso aparente del conductor en 1ª Hipótesis (viento).

El peso aparente del conductor se determina a partir de la expresión:

$$P_{ap-cond} = \frac{P_V}{\text{sen}(\gamma)} \text{ [daN/m]}$$

de donde se obtiene un peso aparente para el conductor de:

$$P_{ap-cond} = \frac{0,828}{\text{sen}(64,42^\circ)} = 0,918 \text{ daN/m}$$

#### 2.1.2.3. Determinación de la flecha de los conductores.

Una vez determinado el valor de  $T_1$ , el valor de la flecha se obtiene mediante la expresión:

$$F_1 = a_1 \cdot \left[ \cosh\left(\frac{L}{2 \cdot a_1}\right) - 1 \right]$$

siendo  $a_1$  el parámetro de la catenaria,  $a_1 = T_1/P_1$ .

Para el dibujo de la catenaria se empleará la expresión:

$$F = a \cdot \left[ \cosh\left(\frac{x}{a}\right) - 1 \right]$$

siendo  $x$  el valor del semivano.

Esta fórmula da lugar a familias de valores según sea el vano de regulación  $y$ , en los apoyos en ángulo, según sea el valor del ángulo.

La aplicación de la fórmula puede resultar complicada, por ello puede emplearse la expresión aproximada de:

$$L_{MÁX} = \sqrt{8 \cdot a \cdot F_{MÁX}}$$

donde:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 34 de 114

- $a$  = Parámetro de la catenaria, T/P.  
 $L_{MÁX}$  = Vano máximo, en metros.  
 $T$  = Tense correspondiente al vano de regulación en la condición de máxima flecha, en daN.  
 $F_{MÁX}$  = Flecha máxima, en metros.  
 $P$  = Peso del conductor con la sobrecarga correspondiente a la condición seleccionada para  $T$ , en daN/m.

#### 2.1.2.3.1. Flecha para condiciones de partida (15° C, sin viento).

La flecha máxima que se produce en estas condiciones es:

$$F_{15^{\circ}C} = \frac{L^2 \cdot P_p}{8 \cdot T_{15^{\circ}C}} = \frac{90^2 \cdot 0,3963}{8 \cdot 514,95} \approx 0,78 \text{ m}$$

#### 2.1.2.3.2. Hipótesis de flecha máxima (50° C, sin viento).

La flecha máxima que se produce en estas condiciones es:

$$F_{50^{\circ}C} = \frac{L^2 \cdot P_p}{8 \cdot T_{50^{\circ}C}} = \frac{90^2 \cdot 0,3963}{8 \cdot 291} \approx 1,38 \text{ m}$$

#### 2.1.2.3.3. Hipótesis de flecha máxima (15° C + viento).

La flecha máxima que se produce en estas condiciones es:

$$F_{15^{\circ}C+V} = \frac{L^2 \cdot P_{ap-cond}}{8 \cdot T_{15^{\circ}C+V}} = \frac{90^2 \cdot 0,918}{8 \cdot 771} \approx 1,21 \text{ m}$$

#### 2.1.2.3.4. Hipótesis de tensión máxima (–5° C + viento).

La flecha máxima que se produce en estas condiciones es:

$$F_{15^{\circ}C+V} = \frac{L^2 \cdot P_{ap-cond}}{8 \cdot T_{15^{\circ}C+V}} = \frac{90^2 \cdot 0,918}{8 \cdot 965} \approx 0,96 \text{ m}$$

#### 2.1.2.3.5. Valores extremos.

La flecha máxima que se produce en este tipo de líneas es de 1,38 metros y una tensión máxima que ha de soportar el conductor es de 965 daN.

#### 2.1.2.3.6. Coeficiente de seguridad del conductor en condiciones de tensión máxima.

El coeficiente de seguridad del conductor se obtiene a partir de la expresión:

$$\eta = \frac{T_{rotura}}{T_{máxima}} = \frac{3.433}{965} = 3,56 > 3$$

Según se indica en la tabla 6 de la ITC-LAT 07 se puede omitir el cálculo de los apoyos bajo la hipótesis de rotura de conductores.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 35 de 114	

### 2.1.2.3.7. Flecha máxima del conductor.

El valor de la flecha, despejada de la expresión indicada en el apartado 2.3.2.1, es:

$$F = \left( \frac{D - K' \cdot D_{pp}}{K} \right)^2 - L \text{ [metros]}$$

La longitud en metros de las cadenas de suspensión es variable y dependen de la formación de las mismas. En el cuadro siguiente, indicamos las longitudes aproximadas de cada una de ellas.

Nivel de contaminación	Tipo de Aislamiento Compuesto	
	Suspensión normal mm	Suspensión protegida mm
II y IV	480	484

**Tabla n°2: Longitudes de las cadenas en suspensión**

A efectos del presente proyecto y dado que las longitudes indicadas son aproximadas se tomará el valor de  $L = 500 \text{ mm}$ , lo cual implica estar siempre del lado de la seguridad, en lo que se refiere al vano máximo por separación de conductores y a distancias a partes puestas a tierra.

De acuerdo con las características y dimensiones de las crucetas, se va a emplear en este Proyecto la tipo RC2-15/5, para aislamiento de amarre, que da una separación entre los puntos de sustentación de los conductores,  $D = 1,50 \text{ metros}$ . Por tanto, aplicando valores en la expresión de la flecha, la flecha máxima será:

$$F = \left( \frac{1,50 - 0,75 \cdot 0,25}{0,6} \right)^2 - 0 = 4,79 \text{ metros}$$

Ángulo de desviación $\alpha$ , en °	D, m = 1,00		D, m = 1,25		D, m = 1,50		D, m = 1,75		D, m = 2,00	
	D', m	F. máx m	D', m	F. máx m	D', m	F. máx m	D', m	F. máx m	D', m	F. máx m
0	1,000	1,834	1,250	3,136	1,500	4,785	1,750	6,782	2,000	9,125
10	0,996	1,817	1,245	3,108	1,494	4,744	1,743	6,724	1,992	9,049
20	0,985	1,766	1,231	3,025	1,477	4,620	1,723	6,553	1,970	8,822
30	0,966	1,683	1,207	2,889	1,449	4,420	1,690	6,274	1,932	8,452
40	0,940	1,572	1,175	2,707	1,410	4,148	1,644	5,896	1,879	7,951
50	0,906	1,435	1,133	2,483	1,359	3,815	1,586	5,433	1,813	7,336
60	0,866	1,279	1,083	2,225	1,299	3,432	1,516	4,899	1,732	6,627
70	0,819	1,108	1,024	1,943	1,229	3,012	1,434	4,313	1,638	5,847
80	0,766	0,930	0,958	1,647	1,149	2,568	1,341	3,693	1,532	5,022
90	0,707	0,750	0,884	1,347	1,061	2,118	1,237	3,062	1,414	4,180
100	0,643	0,576	0,803	1,054	0,964	1,676	1,125	2,441	1,286	3,349
110	0,574	0,414	0,717	0,779	0,860	1,258	1,004	1,851	1,147	2,558
120	0,500	0,271	0,625	0,532	0,750	0,879	0,875	1,313	1,000	1,834

**Tabla n°3: Flechas máximas para diferentes separaciones entre conductores (D), ángulo de desviación de la traza ( $\alpha$ ), para vanos con cadenas de amare ( $L=0$ )**

En el gráfico que se muestra a continuación se indican las flechas máximas en función de la distancia entre conductores D, de 1,00, 1,25, 1,50, 1,75 y 2,00 metros, respectivamente, para aislamiento de amarre.

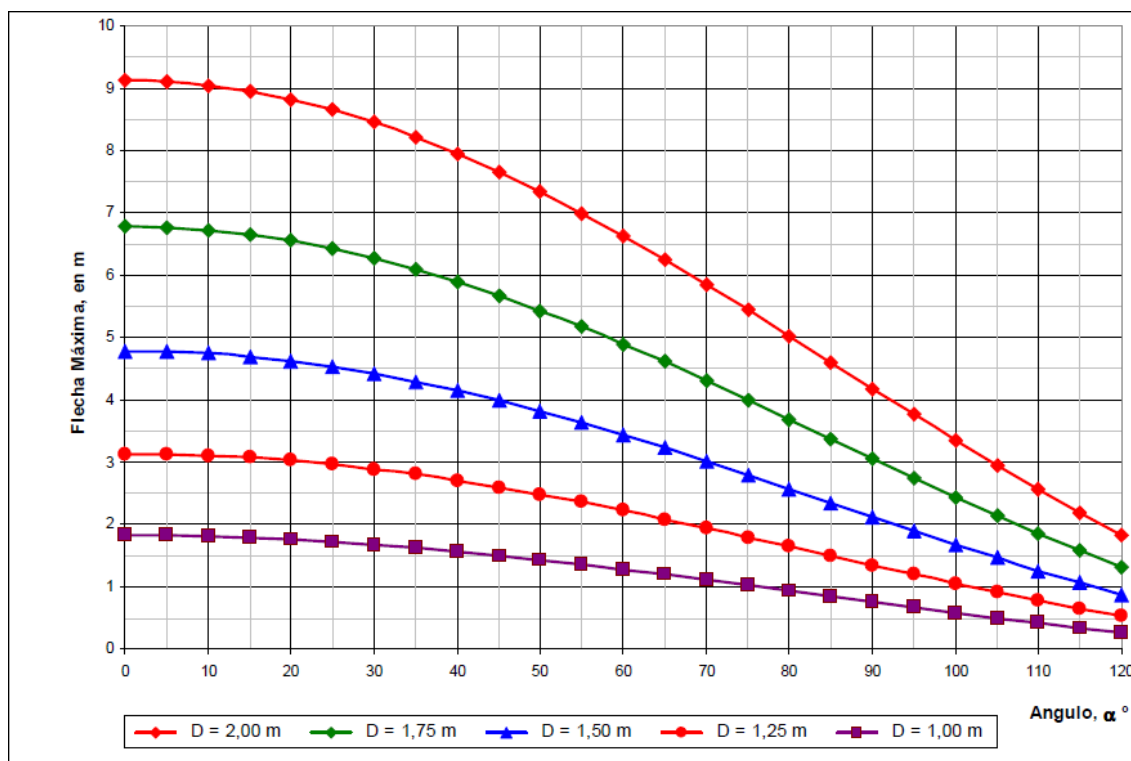


Gráfico n°4. Flecha máxima con cadenas de amarre, en función de α°

#### 2.1.2.4. Vano de regulación.

El vano ideal de regulación, correspondiente al conjunto de vanos limitado por dos apoyos con cadenas de amarre (cantón), viene dado por:

$$L_r = \sqrt{\frac{\sum L^3}{\sum L}} \text{ [metros]}$$

donde:

$L_r$  = Vano de regulación ideal, en metros.

$L$  = Longitud, de cada uno de los vanos con aislamiento suspendido comprendidos entre dos apoyos de amarre, en metros.

NOTA: El empleo de catenaria de un parámetro determinado implica el conocer que si se emplea como flecha máxima, para vanos superiores al de regulación la flecha real siempre es menor a la que nos da la catenaria adoptada, y si se emplea como flecha mínima, para vanos inferiores al de regulación la flecha real siempre es menor a la que nos da la catenaria adoptada.

## 2.2. APOYOS Y CRUCETAS.

Puesto que el apoyo objeto de estudio es un apoyo de principio o fin de línea para realización de un entronque aéreo subterráneo, se emplearán del tipo metálicos de celosía con

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 37 de 114	

cruceta recta con cadenas de amarre según NI 52.31.02, que responden a las siguientes características:

Apoyo Tipo	Apoyos con cruceta recta			Momento Torsor. m.daN	Apoyos con cruceta bóveda		
	T o L	V	$V + 5.T \leq$		T o L	V	$V + 5.T \leq$
C- 500	500	600	3100	750	377	600	2338
C-1000	1000	600	5600	1050	754	600	4223
C-2000	2000	600	10600	2100	1508	600	7993
C-3000	3000	800	15800	2100	2262	800	11915
C-4500	4500	800	23300	2100	3393	800	17570
C-7000	7000	1200	36200	3750	5279	1200	27298
C-9000	9000	1200	46200	3750	6787	1200	34839

**Tabla nº4. Apoyos normalizados con cadenas de amarre**

El valor de V sobre los apoyos podrá variar en función de la ecuación resistente, siempre y cuando el valor de T o L, no superen el esfuerzo nominal del apoyo y el valor de la carga vertical no supere en tres veces la carga vertical especificada.

Para este tipo de apoyos, en líneas con tense máximo de 1000 daN, se recomienda emplear crucetas de 1,50 m o menor de separación entre conductores porque con ella los esfuerzos de torsión son menores.

Designación	Casos de carga	Carga de trabajo más sobrecarga, en daN			Coeficiente de seguridad	Carga de ensayo, en daN			Tiempo de ensayo, en Segundos
		V	L	T		V	L	T	
RC1-10-S a	A	450	---	1500	1,50	675	---	2250	60
RC1-20-S	B	450	1500	---		675	2250	---	
RC2-10-S a	A	650	---	1500		975	---	2250	
RC2-20-S	B	650	1500	---		975	2250	---	

**Tabla nº5. Crucetas rectas para apoyos de celosía.  
Esfuerzos nominales y casos de carga, por punto de fijación del conductor**

El valor de la fuerza del viento sobre las crucetas rectas para apoyos celosía de principio y fin de línea y los soportes de botellas, autoválvulas y seccionadores, según el apartado 3.1.2.4 de ITC-LAT 07 es igual:

$$F_{P(cr+sba)} = 100 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \cdot (Acr + Asba) \text{ [daN]}$$

La barra extrema de las crucetas rectas en las que se instalan los aisladores es de 3.000 mm de longitud y angular de L90.9 o menor. El área proyectada por la cruceta será:

$$Acr = 3,000 \cdot 0,090 = 0,27 \text{ m}^2$$

La barra extrema del soporte de botellas, autoválvulas y seccionadores en las que se instalan los aisladores es de 2.520 mm de longitud y angular de L70.7. El área proyectada por el soporte será:

$$Asba = 2,520 \cdot 0,070 = 0,1764 \text{ m}^2 \approx 0,18 \text{ m}^2$$

La fuerza del viento sobre las crucetas rectas y botellas, autoválvulas y seccionadores para apoyos de celosía, considerando la velocidad del viento,  $V_v$  de 120 Km/h, es:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 38 de 114

$$F_{P(cr+sba)} = 100 \cdot \left( \frac{120}{120} \right)^2 \cdot (0,27 + 0,18) = 45 \text{ daN}$$

Considerando los aisladores de las tres fases de la línea aérea de alta tensión y los tres que se instalen en los seccionadores y botellas, los esfuerzos trasversales de aisladores, definido en el apartado 2.1.1.1.2, y cruceta serán:

$$F_P = 45 + 6 \cdot 2,1 = 57,60 \text{ daN}$$

## 2.2.1. CÁLCULO MECÁNICO DEL APOYO DE CELOSÍA DE PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA Y DE CRUCETA RECTA RC2-15/5.

Para la determinación de las cargas verticales, transversales y longitudinales que afectan a apoyos y crucetas aplicaremos lo establecido en la Tablas 5 a 8 de la ITC-LAT 07.

Cuando se den las condiciones descritas en los apartados 3.5.3 y 5.3 de la ITC-LAT 07, los coeficientes de seguridad de cimentaciones, apoyos y crucetas en el caso de hipótesis normales y en 3ª hipótesis, deberán ser un 25% superior (seguridad reforzada).

Las cargas permanentes serán las ya indicadas en apartados anteriores referentes a los pesos de todos los elementos y del conductor con la sobrecarga correspondiente.

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo será el mismo que el de los apoyos de alineación, y además el esfuerzo longitudinal (desequilibrio) equivalente al 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores en condiciones de viento o hielo reglamentario.

### 2.2.1.1. 1ª Hipótesis (viento).

Las cargas transversales, en 1ª hipótesis, que deben soportar los apoyos es debida al viento sobre conductores, superficies planas y aisladores, y se determina a partir de la expresión:

$$F_T = \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \cdot \left( n_1 \cdot 60 \cdot d \cdot \frac{L}{2} + 100 \cdot (A_{cr} + A_{sba}) + 70 \cdot n_2 \cdot A_{(aisl)} \right) \text{ [daN]}$$

La carga transversal que deben soportar los apoyos son:

$$F_T = \left( \frac{120}{120} \right)^2 \cdot \left( 3 \cdot 60 \cdot 0,0138 \cdot \frac{90}{2} + 100 \cdot (0,27 + 0,18) + 70 \cdot 6 \cdot (0,50 \cdot 0,06) \right) = 169,38 \text{ daN}$$

Las cargas transversales que deberán soportar las crucetas son las mismas que para los apoyos menos el esfuerzo de viento sobre las mismas y sobre los soportes de aisladores, botellas y seccionadores.

$$F_T = n \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \cdot \left( 60 \cdot d \cdot \frac{L}{2} + 70 \cdot A_{(aisl)} \right) \text{ [daN]}$$

La carga transversal que deben soportar las crucetas son:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 39 de 114

$$F_T = 3 \cdot \left( \frac{120}{120} \right)^2 \cdot \left( 60 \cdot 0,0138 \cdot \frac{90}{2} + 70 \cdot (0,50 \cdot 0,06) \right) = 118,08 \text{ daN}$$

Las cargas longitudinales, en daN, que deben soportar las crucetas y apoyos son:

Crucetas con seguridad:	Zona A	Zonas B y C
Normal	$F_L = 100 \cdot \frac{n \cdot T_V}{100} = n \cdot T_V$	$F_L = 100 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100} = n \cdot T_h$
Reforzada	$F_L = 1,25 \cdot 100 \cdot \frac{n \cdot T_V}{100} = 1,25 \cdot n \cdot T_V$	$F_L = 1,25 \cdot 100 \cdot \frac{n \cdot T_h}{100} = 1,25 \cdot n \cdot T_h$

**Tabla nº6. Cargas longitudinales en apoyos y crucetas en 1ª Hipótesis.**  
**Apoyos de principio o final de línea**

La carga longitudinal que deberá soportar el apoyo será el equivalente al 100% de las tracciones de rotura ( $T_V = 1.000 \text{ daN}$ ) de todos los conductores en condiciones de viento reglamentario, cuyo valor es:

$$F_L = n \cdot T_V = 3 \cdot 1.000 = 3.000 \text{ daN}$$

#### **2.2.1.2. 2ª Hipótesis (hielo).**

No se considera sobrecarga motivada por hielo, al estar la línea situada en la zona A, según se describe en el apartado 5.2 del Documento nº1: Memoria.

#### **2.2.1.3. 3ª Hipótesis (desequilibrio de tracciones).**

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo será el mismo que el de los apoyos de alineación, y además el esfuerzo longitudinal (desequilibrio) equivalente al 100 por 100 de las tracciones unilaterales,  $F_U = 514,95 \text{ daN}$ , de todos los conductores en condiciones de viento o hielo reglamentario.

El esfuerzo debido al desequilibrio de tracciones será:

$$F_D = 3 \cdot 514,95 = 1.544,85 \text{ daN}$$

Valor inferior al esfuerzo nominal del apoyo mínimo previsto, de 4500 daN.

El momento torsor que introduce esta hipótesis será:

$$M_{tD} = F_U \cdot B_c \text{ [m} \cdot \text{daN]}$$

donde  $B_c$  es el brazo de cruceta.

El valor del momento torsor será:

$$M_{tD} = 514,95 \cdot 1,5 = 772,43 \text{ m} \cdot \text{daN}$$

#### **2.2.1.4. 4ª Hipótesis (rotura de conductores).**

Al colocar el nuevo apoyo en el predio sirviente, no se produce desalineación en la línea aérea existente.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSION EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 40 de 114

El valor del momento torsor que se produce como consecuencia de la rotura de uno de los que se encuentra a mayor distancia del eje del apoyo será:

$$M_t = T_v \cdot B_c \text{ [m·daN]}$$

donde  $B_c$  es el brazo de cruceta.

El valor del momento torsor será:

$$M_t = 1.000 \cdot 1,5 = 1.500 \text{ m·daN}$$

#### **2.2.1.5. Cálculo del esfuerzo soportado por el apoyo.**

El esfuerzo máximo longitudinal en punta se produce para las condiciones definidas en el apartado 2.1.1.3.4, para la hipótesis de tensión máxima, cuyo valor es de  $F_L = 965 \text{ daN}$ , según se indica en las tablas de tendido del Anexo A del presente Documento.

Las cargas transversales que deben soportar los apoyos es debida al viento sobre conductores, superficies planas y aisladores, que se determinó en el apartado 2.2.1.1, cuyo valor es  $F_T = 169,38 \text{ daN}$ .

El esfuerzo máximo en punta se obtiene a partir de la expresión:

$$F = \sqrt{F_L^2 + F_T^2} = \sqrt{(3 \cdot 965)^2 + (139,38)^2} \approx 2.898,4 \text{ daN}$$

Para determinar el esfuerzo nominal necesario para el apoyo, hemos de multiplicar el esfuerzo máximo en punta por el coeficiente de seguridad, que en este caso será de 1,50. Aplicándolo se obtiene:

$$F = 1,5 \cdot 2.898,4 = 4347,6 \text{ daN}$$

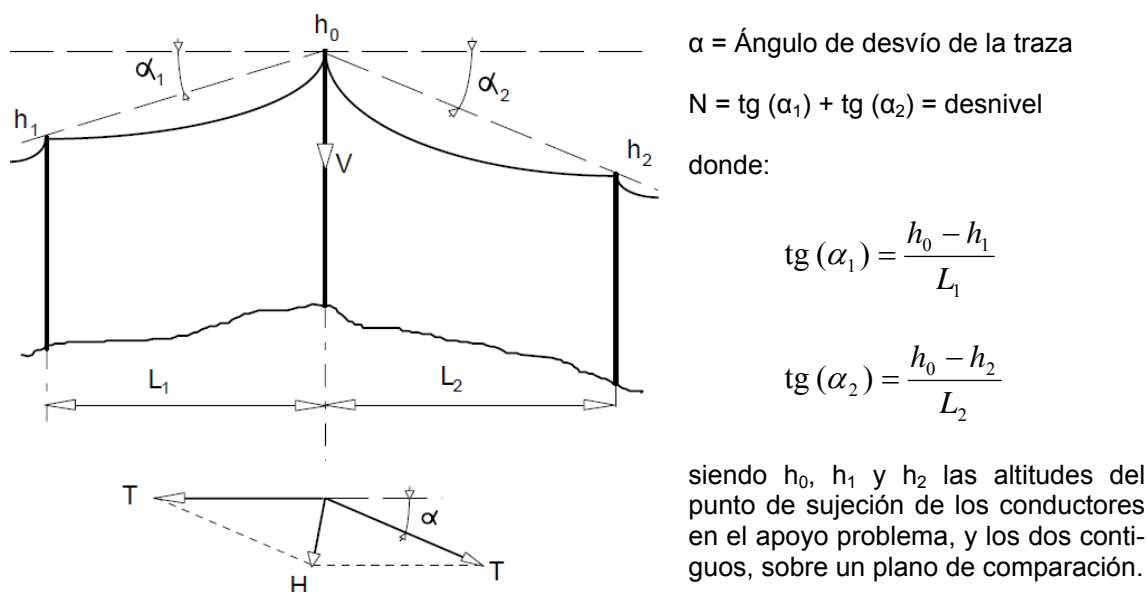
Lo que equivale a utilizar un apoyo C-4500-16E UNESA, tal y como se ha supuesto en apartados anteriores.

#### **2.2.1.6. Cálculo de las cargas verticales aplicadas sobre la cruceta.**

La cruceta, además de cumplir la misión de aportar la separación adecuada a los conductores, deben soportar las cargas verticales que los mismos transmiten, cuyo valor se determina por la expresión:

$$V = (n \cdot T) \cdot N$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 41 de 114



**Figura nº2. Desalineaciones y desniveles**

En cuanto a la tensión mecánica de los conductores, los valores a tener en cuenta serán los de la tensión  $T$  que, según la hipótesis, será la de viento, la de hielo o la de desequilibrio de tracciones.

Al tratarse de un apoyo de inicio o fin de línea y encontrarse ambos apoyos situados con una diferencia de altitudes,  $h_0 - h_1 = 2$  metros, el desnivel que se produce en la línea es:

$$N = \frac{h_0 - h_1}{L_1} = \frac{2}{90} = 2,22 \cdot 10^{-2}$$

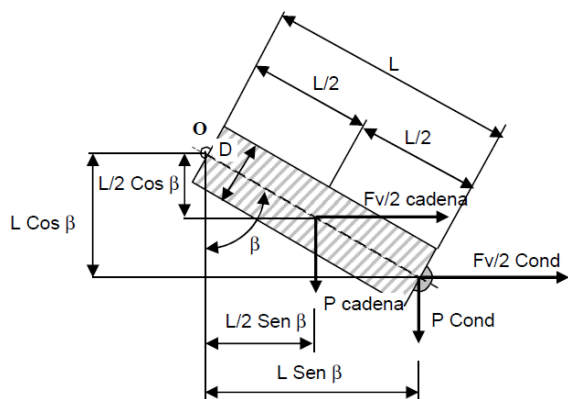
La carga vertical que soporta la cruceta es:

$$V = (3 \cdot 1.000) \cdot 2,22 \cdot 10^{-2} = 66,67 \text{ daN}$$

#### **2.2.1.7. Cálculo de inclinación de las cadenas de aisladores.**

De acuerdo con el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07, la distancia entre conductores y partes puestas a tierra, bajo una presión de viento mitad sobre conductores y cadenas de suspensión no deberá ser inferior a  $D_{el}$ ; en nuestro caso según el apartado 5.2 de la citada ITC, el valor de  $D_{el} = 0,22$  metros.

La tracción a aplicar en la Zona A para esta hipótesis será la del vano de regulación con presión de viento mitad a  $-5^\circ \text{C}$ .



**Figura nº3. Inclinación de las cadenas de aisladores**

Se considera, que aisladores y herrajes están contenidos en un cilindro de longitud L y diámetro D. Siguiendo el esquema anterior y tomando momentos respecto a "O", que es el punto de giro de la cadena, se tiene:

Cargas Verticales daN		Momento de cargas verticales m.daN
Peso de cadena	Peso conductor	$M_{cv} = L \cdot \left[ \frac{P_{cad}}{2} + P_{cond} \right] \sin \beta$
$P_{cad} \approx 5$	$P_{cond} = P \cdot \left[ \frac{L_1 + L_2}{2} + \frac{T_{V/2} \cdot N}{P_{ap_{V/2}}} \right]$	

**Tabla nº7. Cargas y momentos en la cadena de aisladores debidos a cargas verticales.**

Cargas Horizontales daN		Momento de cargas horizontales m.daN
Fuerza viento sobre:		$M_{ch} = L \cdot \left[ \frac{F_{cad_{V/2}}}{2} + F_{cond_{V/2}} \right] \cos \beta$
Cadena	Conductor	
$F_{cad_{V/2}} = q_{ais_{V/2}} \cdot A_i$	$F_{cond_{V/2}} = q_{V/2} \cdot d \cdot \left[ \frac{L_1 + L_2}{2} \right] \cdot \cos^2 \left( \frac{\alpha}{2} \right) + 2 \cdot T_{V/2} \cdot \sin \left( \frac{\alpha}{2} \right)$	

**Tabla nº8. Cargas y momentos en la cadena de aisladores debidos a cargas horizontales.**

El valor del ángulo de inclinación de la cadena,  $\beta$ , se determina mediante la expresión:

$$\tan(\beta) = \frac{\sin(\beta)}{\cos(\beta)} = \frac{\frac{F_{cad_{V/2}}}{2} + F_{cond_{V/2}}}{\frac{P_{cad}}{2} + P_{cond}}$$

siendo:

$P_{cad}$ : Peso de la cadena de suspensión, en daN.  
 $P_{cond}$ : Carga vertical provocada por el conductor con sobrecarga de viento mitad, en daN.

$$P_{cond} = 0,3963 \cdot \left( \frac{90 + 0}{2} + \frac{500 \cdot 2,22 \cdot 10^{-2}}{0,573} \right) = 25,52 \text{ daN}$$

$F_{cad_{V/2}}$ : Fuerza de viento de presión mitad sobre cadena de aislador, en daN.

$$F_{cad_{V/2}} = 0,5 \cdot 2,1 = 1,05 \text{ daN}$$

$F_{cond_{V/2}}$ : Fuerza sobre conductores con presión de viento mitad, a  $-5^\circ \text{ C}$  en zona A, en daN.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 43 de 114

Como la cruceta se coloca perpendicular a la línea, el ángulo  $\alpha$  de desvío de la traza es nulo, por lo que:

$$F_{cond_{v/2}} = 30 \cdot 0,0138 \cdot \left( \frac{90 + 0}{2} \right) = 18,63 \text{ daN}$$

El valor del ángulo de inclinación de la cadena,  $\beta$ , será:

$$\operatorname{tg}(\beta) = \frac{\frac{1,05}{2} + 18,63}{\frac{5}{2} + 25,52} = 0,684$$

donde:

$$\beta = \arctg(0,684) = 34,4^\circ$$

Valor inferior al máximo ángulo de inclinación de la cadena,  $\beta = 70^\circ$ .

### 2.3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

Se tendrán en cuenta todas las condiciones indicadas la ITC-LAT 07. De esta forma, dimensionaremos en altura los apoyos de la línea.

#### 2.3.1. DISTANCIA DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO PARA EVITAR DESCARGAS.

De acuerdo con el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, la distancia mínima para prevenir descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencia de tierra,  $D_{ei}$ , en condiciones de explotación normal de la red (operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red) no será inferior a 0,20 m.

En el caso que aquí se estudia y según lo indicado en la tabla 15 de la ITC-LAT 07, para líneas de tensión más elevada de la red de 24 KV, la distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas entre las partes en tensión y objetos a potencia de tierra es  $D_{ei} = 0,22$  metros.

Además, la distancia mínima para prevenir descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones,  $D_{pp}$ , que según lo indicado en la tabla 15 anteriormente indicada, para líneas de tensión más elevada de la red de 24 KV, la distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas entre fases es  $D_{pp} = 0,25$  metros.

En el presente Proyecto, con cadena de amarre y cruceta recta de las dimensiones señaladas, el ángulo máximo de desviación para respetar esa distancia mínima, es de  $70^\circ$ .

Esta distancia viene asegurada por el empleo de aislamiento de amarre.

#### 2.3.2. DISTANCIAS EN EL APOYO.

##### 2.3.2.1. Distancia entre conductores.

De acuerdo a lo indicado en el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07, la separación mínima entre conductores viene dada por la expresión:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp} \text{ [metros]}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSION EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 44 de 114

siendo:

- D = Separación entre conductores, en metros.  
K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según la tabla 16 de la ITC-LAT 07. En nuestro caso, al ser el ángulo de oscilación de 64° 25', el valor de K adoptado es 0,6.  
El valor de la tangente del ángulo de oscilación de los conductores viene dado por el cociente entre la sobrecarga de viento y el peso propio del conductor.

$$\tan(\gamma) = \frac{q \cdot d}{P}$$

- q = presión del viento provocada por un viento de 120 km/h, sobre conductores de diámetro igual o menor de 16 mm. = 60 daN/m².  
d = Diámetro de los conductores. = 0,0138 metros.  
P = Peso del conductor. = 0,3963 daN/m.

$$\tan(\gamma) = \frac{60 \cdot 0,0138}{0,3963} = 2,089, \text{ con lo que } \gamma = 64^\circ 25'.$$

- F = Flecha máxima, en metros.  
L = Longitud, en metros, de la cadena de suspensión (considerando nulo este valor por ser cadenas de amarre).  
K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea; en nuestro caso, K' = 0,75 m.  
D<sub>pp</sub> = Distancia mínima aérea especificada, para evitar una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Según tabla 15 de ITC-LAT 07, D<sub>pp</sub> = 0,25 m.

La separación mínima entre conductores será:

$$D = 0,6 \cdot \sqrt{1,38 + 0} + 0,75 \cdot 0,25 = 0,89 \text{ metros}$$

De acuerdo con las características y dimensiones de las crucetas, se va a emplear en este Proyecto la tipo RC2-15/5, para aislamiento de amarre.

Por tanto, la separación mínima entre conductores está garantizada con el empleo de la cruceta indicada y la flecha máxima que se produce como consecuencia de las tensiones aplicadas.

#### **2.3.2.2. Distancia entre conductores y a partes puestas a tierra.**

De acuerdo con el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07, la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D<sub>el</sub>, con un mínimo de 0,20 metros.

En el caso que aquí se estudia y según lo indicado en la tabla 15 de la ITC-LAT 07, para líneas de tensión más elevada de la red de 24 KV, la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D<sub>el</sub> = 0,22 metros.

#### **2.3.3. DISTANCIA AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES.**

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC-LAT 07, la mínima distancia de los conductores en su posición de máxima flecha, a cualquier punto del terreno, es:

$$D_{add} + D_{el} = 5,30 + D_{el} = 5,30 + 0,22 = 5,52 \text{ metros}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 45 de 114

siendo  $D_{el}$  la distancia de aislamiento en el aire mínima especificada = 0,22 m.

Si bien en la ITC-LAT 07, se indica con un mínimo de 6 metros, Iberdrola establece un mínimo de 7 m, lo cual implica estar del lado de la seguridad.

#### **2.3.4. DISTANCIA A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN.**

No procede definir esta distancia al no existir líneas aéreas en el ámbito de afección.

#### **2.3.5. DISTANCIA A CARRETERAS.**

Cumplirán lo indicado en el apartado 2.3.3.

#### **2.3.6. DISTANCIA A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR.**

No procede definir esta distancia al no existir este tipo de instalaciones bajo el vano proyectado.

#### **2.3.7. DISTANCIA A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES.**

No procede definir esta distancia al no existir este tipo de instalaciones bajo el vano proyectado.

#### **2.3.8. DISTANCIA A TELESFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES.**

No procede definir esta distancia al no existir este tipo de instalaciones bajo el vano proyectado.

#### **2.3.9. DISTANCIA A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES.**

No procede definir esta distancia al no existir este tipo de instalaciones bajo el vano proyectado.

#### **2.3.10. PASO POR ZONAS.**

##### **2.3.10.1. Bosques, árboles y masas de arbolado.**

De acuerdo con el apartado 5.12.1 de la ITC-LAT 07, la mínima distancia de ramas o troncos de árboles con los conductores para evitar interrupciones del servicio y posibles incendios deberá establecerse una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{add} + D_{el} = 1,50 + D_{el} = 1,50 + 0,22 = 1,72 \text{ metros}$$

siendo  $D_{el}$  la distancia de aislamiento en el aire mínima especificada,  $D_{el} = 0,22$  m, con un mínimo de 2,00 metros.

##### **2.3.10.2. Edificios, construcciones y zonas urbanas.**

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 46 de 114

$$D_{add} + D_{el} = 3,30 + D_{el} = 3,30 + 0,22 = 3,52 \text{ metros}$$

con un mínimo de 5,00 metros.

Esta distancia está garantizada al colocar el apoyo en la parcela situada junto a la acera opuesta a las parcelas edificables del Plan Parcial.

#### **2.3.10.3. Proximidad a aeropuertos.**

No procede definir esta distancia al no existir este tipo de instalaciones.

#### **2.3.10.4. Proximidad a parques eólicos.**

No procede definir esta distancia al no existir este tipo de instalaciones.

#### **2.3.10.5. Proximidades a obras.**

Será de aplicación lo indicado en materia de protección de los trabajadores frente a riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable en prevención de riesgos laborales y en particular el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

### **2.4. TABLAS DE TENDIDO.**

Las tablas de tendido, que se relacionan en el Anexo A del presente Documento, son las utilizadas en el proyecto tipo para Línea Aérea de Media Tensión. Simple circuito con conductor de aluminio acero 100-AL1/17-ST1A.

Éstas se corresponden con diferentes tracciones las cuales permiten al proyectista elegir en cada caso el tense más adecuado.

Para la obtención de los valores de las tablas de tendido, se ha utilizado de la ecuación de cambio de condiciones, cuya expresión más conocida y usada es:

$$L_0 - L_1 = L_1 \cdot \left[ \frac{T_0 - T_1}{E \cdot S} + \alpha \cdot (\theta_0 - \theta_1) \right]$$

donde:

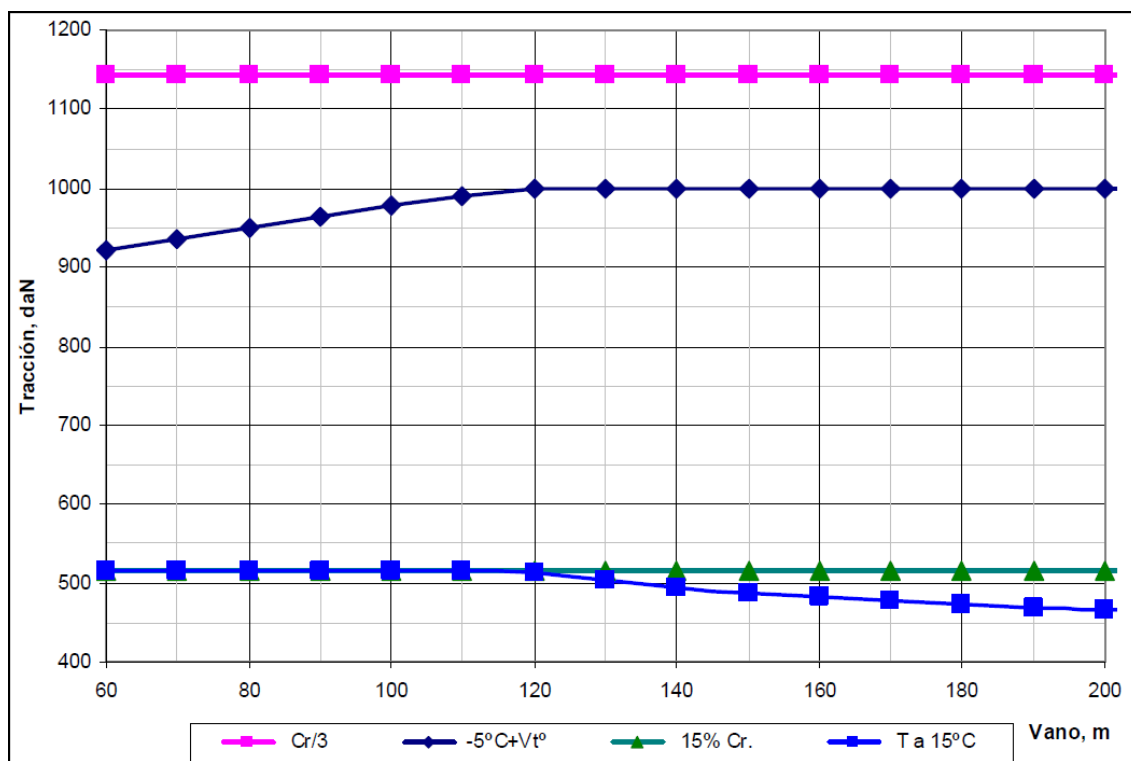
- $L_0$  = Longitud, en metros, de conductor en un vano  $L$ , bajo unas condiciones iniciales de tracción  $T_0$ , peso más sobrecarga  $P_0$  y temperatura  $\theta_0^\circ \text{C}$ .
- $L_1$  = Longitud, en metros, de conductor en un vano  $L$ , bajo unas condiciones de tracción  $T_1$ , peso más sobrecarga  $P_1$  y temperatura  $\theta_1^\circ \text{C}$ .
- $E$  = Módulo de elasticidad del conductor, en  $\text{daN/mm}^2$ .
- $S$  = Sección del conductor, en  $\text{mm}^2$ .
- $\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal del conductor, en  $(^\circ\text{C})^{-1}$ .

Las que corresponden, al tense máximo de 1000 daN, en las tres zonas de altitud A, B, C, definidas en el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT 07, tratan de aprovechar al máximo las características de resistencia mecánica en los conductores, teniendo en cuenta las tres condiciones indicadas en el apartado anterior.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 47 de 114

Como puede observarse en el gráfico, en la zona A, la tracción mecánica viene limitada por la condición (b) del apartado 2.1.2 (EDS), hasta vanos de 110 metros y por la condición (a) (Tracción máxima) para vanos superiores.



**Gráfico n°5. Zona A. Tense L.E.D.**

En el caso de las tablas correspondientes a tenses reducidos, las condiciones se cumplen sobradamente, por ello se omite representar los gráficos correspondientes.

En las tablas de tendido, véase Anexo A, la primera columna indica una serie de vanos reguladores; las columnas siguientes muestran las tracciones máximas según la hipótesis de sobrecarga reglamentaria y los coeficientes de seguridad resultantes, en función de la zona (apartados 3.1.2 y 3.1.3 de la ITC-LAT 07); en las siguientes, las flechas máximas y mínimas según las hipótesis fijadas para cada zona en el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 y a continuación de cada una de las flechas máximas y mínimas se dan los parámetros de catenaria que deberán utilizarse para la distribución de apoyos en el perfil longitudinal; seguidamente se dan los valores de tracciones y flechas a aplicar en el cálculo de oscilación de cadenas de suspensión, para determinar las distancias entre conductores y a partes puestas a tierra (apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07), bajo una sobrecarga de presión de viento mitad a las temperaturas de  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $-15^{\circ}\text{C}$  según sea en Zona A, B o C respectivamente; también se indica el porcentaje de la tracción a  $15^{\circ}\text{C}$  sin sobrecarga (apartado 3.2.2 de la ITC-LAT 07). Finalmente se dan las tablas de tendido, tracciones y flechas, para diferentes temperaturas a aplicar en el tendido de los conductores.

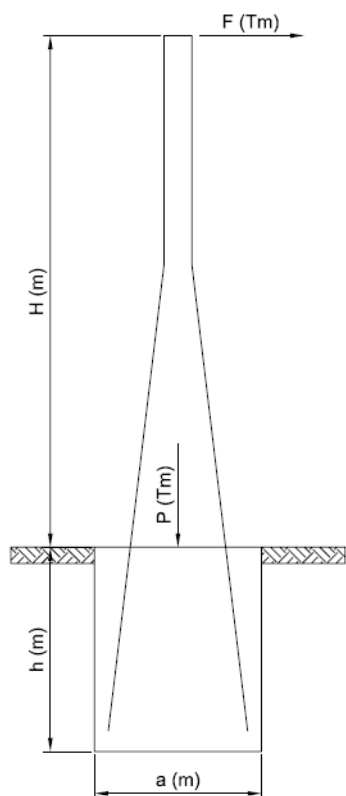
## 2.5. CIMENTACIONES.

Por tratarse de una línea de categoría A-B y no necesitar de apoyos de gran altura, las cimentaciones estarán constituidas por macizos monobloque de hormigón de forma paralelepípedica, embutidos en el terreno.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 48 de 114

El Reglamento especifica que se ha de trabajar con un coeficiente de seguridad 1,50 para hipótesis normales y 1,20 para hipótesis anormales.

Para el cálculo de la estabilidad al vuelco de la cimentación se empleará el método suizo o de Sulzberger con coeficiente de seguridad 1,50, recomendado en los Proyectos Tipo de Iberdrola para "Líneas aéreas de MT".



$$M_v = F \cdot \left( H + \frac{2}{3} h \right) \text{ [m} \cdot \text{Tm]}$$

$$M_1 = 0,278 \cdot K \cdot a \cdot h^3, \text{ en m} \cdot \text{Tm}$$

$$M_2 = 0,4 \cdot P \cdot a, \text{ en m} \cdot \text{Tm}$$

F = Esfuerzo en punta, en Tm.

H = Altura libre del apoyo, en m.

P = Peso total (apoyo, cimentación, cables), en Tm.

a = Largo de la cimentación, en m.

b = Ancho de la cimentación, en m.

h = Profundidad de la cimentación, en m.

K = Coeficiente de compresibilidad a 2 m de profundidad.

- K = 5 kg/cm<sup>3</sup> (terreno flojo)
- K = 10 kg/cm<sup>3</sup> (terreno normal)
- K = 20 kg/cm<sup>3</sup> (terreno rocoso)

**Figura nº4. Cimentaciones para apoyos metálicos de celosía**

El esfuerzo máximo longitudinal en punta se produce para las condiciones definidas en el apartado 2.1.1.3.4, para la hipótesis de tensión máxima, cuyo valor es de  $F_L = 965$  daN, según se indica en las tablas de tendido del Anexo A del presente Documento.

Las cargas transversales que deben soportar los apoyos es debida al viento sobre conductores, superficies planas y aisladores, que se determinó en el apartado 2.2.1.1, cuyo valor es  $F_T = 169,38$  daN.

El esfuerzo máximo en punta se obtiene a partir de la expresión:

$$F = \sqrt{F_L^2 + F_T^2} = \sqrt{(3 \cdot 965)^2 + (139,38)^2} \approx 2.898,4 \text{ daN}$$

$$F = 2,9545 \text{ Tm}$$

La fórmula de Sulzberger, en su versión para cimentaciones cuadradas, ha de verificar que:

$$1,5 \cdot M_v \leq M_1 + M_2 \text{ [m} \cdot \text{Tm]}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 49 de 114

Para el vano estudiado, tense normal y suponiendo un coeficiente de compresibilidad normal para el terreno, el momento de fallo al vuelco es:

$$M_v = 2,9545 \cdot (16 - 1/3 \cdot 2,89) = 44,43 \text{ m} \cdot \text{Tm}$$

La cimentación del apoyo se encuentra en una zona sin en la que el terreno se encuentra sin remover y próxima a colinas, por lo que se puede suponer un coeficiente de compresibilidad normal; si la cimentación de lado  $a = b = 1,17$  metros y  $h = 2,89$  metros de profundidad, según se indica en anexo E de la NI 2.21.66 de Iberdrola, los momentos  $M_1$  y  $M_2$  son:

$$M_1 = 0,278 \cdot 10 \cdot 1,17 \cdot 2,89^3 = 78,51 \text{ m} \cdot \text{Tm}$$

$$M_2 = 0,4 \cdot \left[ 1,309 + 11,537 + \left( 3 \cdot 90 \cdot 0,404 + \frac{90 + 80 + 6 \cdot 5}{0,981} \right) \cdot 10^{-3} \right] \cdot 1,17 = 6,16 \text{ m} \cdot \text{Tm}$$

Aplicando la fórmula de Sulzberger:

$$1,50 \cdot 44,43 = 66,65 \leq 78,51 + 6,16 = 84,67 \text{ m} \cdot \text{Tm}$$

Se cumple la fórmula de Sulzberger para la disposición adoptada, con un vano de unos 90 metros, por lo que el apoyo definido soportará las tensiones generadas por el cable siempre que el tense al que se someta la línea eléctrica aérea sea normal.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 50 de 114

## ANEXO A

### TABLAS DE UTILIZACION PARA APOYOS DE PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA.

Vano medio m	Pendiente N					Pendiente N				
	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2
	Seguridad Normal					Seguridad Reforzada				
60	-64	55	175	294	414	-64	69	218	368	517
70	-62	59	181	302	423	-62	74	226	377	529
80	-60	63	187	310	433	-60	79	233	387	541
90	-57	68	193	317	442	-57	84	241	397	553
100	-55	72	198	325	452	-55	90	248	406	565
110	-52	76	204	333	461	-52	95	255	416	576
120	-49	81	210	340	469	-49	101	263	425	587
130	-43	87	216	346	475	-43	108	270	432	594
140	-37	93	222	352	481	-37	116	278	440	602
150	-31	99	228	358	487	-31	123	285	447	609
160	-25	105	234	364	493	-25	131	293	455	616
170	-19	111	240	370	499	-19	138	300	462	624
180	-13	116	246	376	505	-13	146	308	469	631
190	-7	122	252	381	511	-7	153	315	477	639
200	-1	128	258	387	517	-1	160	322	484	646
225	14	143	273	402	532	17	179	341	503	665
250	29	158	288	417	547	36	198	360	521	683

Nota: El peso de cruceta adoptado es de 124 daN, la carga sobre la misma será igual a la indicada menos su peso

**Tabla nº9. Esfuerzos verticales aplicados, en daN.  
Apoyos de principio o final de línea, celosía con cruceta recta - Zona A**

Vano Fin de línea m	1ª Hipótesis Viento				4ª Hipótesis Rotura conductores				
	Esfuerzos seguridad normal			Seguridad Reforzada	Momento torsor, m.daN, en función del brazo cruceta (BC), en m.				
	Longitud. daN	Trasver. daN	Total daN		BC=1,00 m.daN	BC=1,25 m.daN	BC=1,50 m.daN	BC=1,75 m.daN	BC=2,00 m.daN
60	2767	75	2841	3551	922	1153	1383	1614	1844
70	2809	87	2896	3620	936	1171	1405	1639	1873
80	2852	99	2951	3689	951	1188	1426	1664	1901
90	2894	112	3006	3757	965	1206	1447	1688	1929
100	2934	124	3058	3823	978	1222	1467	1711	1956
110	2972	137	3109	3886	991	1238	1486	1734	1982
120	3000	149	3149	3936	1000	1250	1500	1750	2000
130	3000	161	3161	3952	1000	1250	1500	1750	2000
140	3000	174	3174	3967	1000	1250	1500	1750	2000
150	3000	186	3186	3983	1000	1250	1500	1750	2000
160	3000	199	3199	3998	1000	1250	1500	1750	2000
170	3000	211	3211	4014	1000	1250	1500	1750	2000
180	3000	224	3224	4029	1000	1250	1500	1750	2000
190	3000	236	3236	4045	1000	1250	1500	1750	2000
200	3000	248	3248	4060	1000	1250	1500	1750	2000
225	3000	279	3279	4099	1000	1250	1500	1750	2000
250	3000	311	3310	4138	1000	1250	1500	1750	2000

**Tabla nº10. Esfuerzos longitudinales y transversales aplicados, en daN.  
Apoyos de principio o final de línea, celosía con cruceta recta - Zona A**

### TABLAS DE TENDIDO PARA APOYOS - ZONA A.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Alcance menor de 500 m) CONDUCTOR 100-AL107-STIA - TENSIÓN REDUCIDO																																																	
T = Tensión, en daN F = Flecha, en m CS = Coeficiente de Seguridad A = Vano de regulación, en m.										V = Hipótesis de Viento V/2 = Hipótesis de Viento con presión nula										Peso, daN/m = 0,396 Diámetro, mm = 13,8 Sección, mm² = 116,7 Coef. de dilatación lineal, PC = 0,0000191										Módulo de elasticidad, daN/mm² = 7900 Presión V, daN/mm² = 60 Peso + sobrecarga de V, daN/m = 0,918 Peso + sobrecarga de V/2, daN/m = 0,573 EDS máximo = 5,6										Cr = Carga Rotura, daN = 3433 Tensión máxima, daN = 450 CS. Mínimo = 7,63 EDS mínimo = 5,6									
Tensión		Flechas				Parámetro		Oscilación		Tabla de tendido										EDS										A																			
Máxima		Máxima		Mínima		Catena		Flecha		-5° C		0° C		5° C		10° C		15° C		20° C		25° C		30° C		35° C		40° C		45° C		50° C																	
T	CS	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F																
45	450	7,63	113	0,89	340	0,68	281	0,36	285	709	343	0,42	124	0,81	131	0,76	139	0,72	149	0,67	160	0,63	175	0,57	192	0,52	215	0,47	245	0,42	280	0,38	320	0,35															
50	450	7,63	120	1,03	352	0,82	265	0,47	304	669	334	0,54	131	0,94	138	0,90	146	0,85	154	0,80	165	0,75	177	0,70	193	0,64	212	0,59	240	0,55	275	0,52	315	0,49															
55	450	7,63	127	1,18	362	0,96	253	0,59	321	637	326	0,67	138	1,09	144	1,04	151	0,99	159	0,94	169	0,89	180	0,83	193	0,78	209	0,72	235	0,68	270	0,65	310	0,60															
60	450	7,63	133	1,34	371	1,12	243	0,73	336	613	320	0,81	143	1,25	149	1,20	156	1,15	163	1,09	172	1,04	182	0,98	193	0,92	207	0,86	230	0,82	265	0,79	305	0,75															
65	450	7,63	138	1,51	378	1,28	235	0,89	349	594	314	0,96	148	1,42	153	1,37	160	1,31	166	1,26	174	1,20	183	1,14	193	1,08	205	1,02	228	0,98	263	0,94	300	0,90															
70	450	7,63	143	1,70	385	1,46	229	1,06	361	578	310	1,13	152	1,60	157	1,54	163	1,49	169	1,43	176	1,38	184	1,32	193	1,26	204	1,19	225	1,15	260	1,11	295	1,07															
75	450	7,63	147	1,89	391	1,65	224	1,24	372	566	306	1,32	156	1,79	161	1,74	166	1,68	172	1,62	178	1,56	185	1,50	193	1,44	202	1,38	222	1,34	257	1,30	292	1,26															
80	450	7,63	151	2,10	396	1,86	221	1,44	381	557	304	1,51	159	1,99	164	1,94	169	1,88	174	1,82	180	1,76	186	1,70	194	1,64	202	1,57	220	1,53	255	1,49	290	1,45															
85	450	7,63	154	2,32	401	2,07	217	1,65	390	549	301	1,72	162	2,21	166	2,15	171	2,10	176	2,04	181	1,98	187	1,91	194	1,85	201	1,78	218	1,74	252	1,69	287	1,65															
95	450	7,63	160	2,79	408	2,54	213	2,10	404	536	297	2,18	167	2,68	171	2,62	175	2,56	179	2,50	184	2,44	188	2,37	194	2,31	200	2,24	216	2,20	250	2,16	285	2,12															
100	450	7,63	163	3,05	411	2,79	211	2,35	410	532	296	2,43	169	2,93	173	2,87	176	2,81	180	2,75	184	2,69	189	2,62	194	2,56	199	2,49	214	2,45	248	2,41	283	2,37															
110	450	7,63	167	3,60	417	3,33	208	2,89	421	524	293	2,96	173	3,48	176	3,42	179	3,35	182	3,29	186	3,23	190	3,16	194	3,10	198	3,03	211	3,04	245	2,99	280	2,95															
120	450	7,63	170	4,19	421	3,93	206	3,48	430	519	291	3,55	176	4,07	178	4,01	181	3,95	184	3,88	187	3,82	190	3,75	194	3,68	198	3,61	210	3,57	244	3,52	279	3,48															
130	450	7,63	173	4,84	425	4,57	204	4,11	437	514	290	4,19	178	4,71	180	4,65	183	4,59	185	4,52	188	4,46	191	4,39	194	4,32	197	4,25	209	4,19	243	4,14	278	4,09															
140	450	7,63	176	5,54	428	5,26	202	4,80	443	511	288	4,87	180	5,41	182	5,35	184	5,28	187	5,21	189	5,15	191	5,08	194	5,01	197	4,94	207	4,87	241	4,82	276	4,77															
150	450	7,63	178	6,28	430	6,01	201	5,55	449	508	288	5,62	181	6,16	183	6,09	185	6,02	187	5,96	190	5,89	192	5,82	194	5,76	196	5,69	205	5,62	239	5,57	274	5,52															
160	450	7,63	180	7,08	433	6,81	201	6,34	453	506	287	6,41	183	6,95	185	6,89	186	6,82	188	6,75	190	6,69	192	6,62	194	6,55	196	6,48	204	6,41	238	6,36	273	6,33															
170	450	7,63	181	7,93	434	7,65	200	7,18	457	504	286	7,25	184	7,80	186	7,73	187	7,67	189	7,60	191	7,53	192	7,46	194	7,39	196	7,32	202	7,25	236	7,20	271	7,17															
180	450	7,63	182	8,83	436	8,55	199	8,08	460	503	286	8,15	185	8,70	186	8,63	188	8,57	189	8,50	191	8,43	193	8,36	194	8,29	196	8,22	200	8,15	234	8,10	269	8,07															
190	450	7,63	183	9,78	437	9,50	199	9,03	463	501	285	9,10	186	9,65	187	9,58	189	9,52	190	9,45	191	9,38	193	9,31	194	9,24	196	9,17	199	9,10	232	9,05	267	9,02															
200	450	7,63	184	10,79	438	10,51	198	10,03	465	500	285	10,10	187	10,65	188	10,59	189	10,52	190	10,45	192	10,38	193	10,31	194	10,24	195	10,17	200	10,10	230	10,04	265	10,01															

Tabla nº11. Tabla de tendido (flechas y tensiones) - Tracción máxima 450 daN



TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Altitud menor de 500 m)																	CONDUCTOR 100-AL1/17-STIA - TENSIÓN REDUCIDO																
Vano Regulación	Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento suspendido, longitud de la cadena 0,50 m, en m.																Vano Regulación																
	Tracción máxima, daN = 450																																
	Cruces BP125-2000 - Ángulo de derivación de la traza, °																																
m	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4															
45	119,7	119,7	119,7	119,7	119,7	119,7	119,7	119,7	119,7	140,3	140,3	140,3	140,3	140,3	140,3	140,3	140,2	140,2															
55	127,0	127,0	127,0	126,9	126,9	126,9	126,9	126,9	126,9	148,8	148,8	148,8	148,8	148,7	148,7	148,7	148,7	148,7															
65	132,4	132,4	132,4	132,4	132,4	132,4	132,4	132,4	132,3	155,2	155,2	155,2	155,2	155,2	155,1	155,1	155,1	155,1															
75	136,6	136,6	136,6	136,6	136,6	136,6	136,6	136,6	136,6	160,1	160,1	160,1	160,1	160,1	160,1	160,0	160,0	160,0															
85	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,8	164,0	164,0	164,0	163,9	163,9	163,9	163,9	163,8	163,8															
100	143,6	143,6	143,6	143,6	143,6	143,6	143,5	143,5	143,5	168,3	168,3	168,3	168,3	168,2	168,2	168,2	168,2	168,2															
120	147,7	147,7	147,7	147,7	147,7	147,7	147,7	147,7	147,7	174,2	174,2	174,2	174,2	174,1	174,1	174,1	174,1	174,1															
140	149,3	149,3	149,3	149,3	149,3	149,2	149,2	149,2	149,2	174,9	174,9	174,9	174,9	174,9	174,9	174,8	174,8	174,8															
150	150,2	150,1	150,1	150,1	150,1	150,1	150,1	150,1	150,1	175,9	175,9	175,9	175,9	175,9	175,9	175,8	175,8	175,8															
160	150,9	150,9	150,9	150,9	150,9	150,8	150,8	150,8	150,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,7	176,7	176,7	176,7															
170	151,5	151,5	151,5	151,5	151,5	151,5	151,4	151,4	151,4	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,4	177,4															
180	152,0	152,0	152,0	152,0	152,0	152,0	152,0	152,0	151,9	178,2	178,2	178,2	178,1	178,1	178,1	178,1	178,0	178,0															
Vano Regulación	Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento de amarre, en m																Vano Regulación																
	Cruces con separación de conductores de 1,50 m. - Ángulo derivación, en °																																
	Cruces con separación de conductores de 2,00 m. - Ángulo derivación, en °																																
m	10	20	30	40	50	60	70	80	90	10	20	30	40	50	60	70	80	90															
45	104,1	102,7	100,4	97,3	93,3	88,5	82,9	76,6	69,5	143,7	141,9	138,9	134,7	129,4	123,0	115,5	107,1	97,7															
55	110,3	108,9	106,5	103,2	98,9	93,8	87,9	81,2	73,7	152,4	150,5	147,3	142,8	137,2	130,4	122,5	113,5	103,6															
65	115,1	113,6	111,1	107,6	103,2	97,9	91,7	84,7	76,9	158,9	156,9	153,6	149,0	143,1	136,0	127,8	118,4	108,0															
75	118,7	117,2	114,6	111,0	106,5	101,0	94,6	87,4	79,3	164,0	161,9	158,5	153,7	147,7	140,3	131,8	122,2	111,5															
85	121,6	120,0	117,4	113,7	109,0	103,4	96,9	89,5	81,2	167,9	165,8	162,3	157,4	151,2	143,7	135,0	125,1	114,1															
100	124,8	123,2	120,5	116,7	111,9	106,2	99,4	91,8	83,4	172,4	170,2	166,6	161,6	155,2	147,5	138,6	128,4	117,2															
120	127,7	126,1	123,3	119,5	114,6	108,7	101,8	94,0	85,4	176,4	174,2	170,5	165,4	158,9	151,0	141,8	131,4	119,9															
140	129,7	128,0	125,2	121,3	116,3	110,3	103,4	95,5	86,7	179,2	176,9	173,2	168,0	161,3	153,3	144,0	133,5	121,8															
150	130,5	128,8	125,9	122,0	117,0	111,0	104,0	96,0	87,2	180,2	177,9	174,2	168,9	162,3	154,2	144,9	134,3	122,5															
160	131,1	129,4	126,6	122,6	117,6	111,5	104,5	96,5	87,6	181,1	178,8	175,0	169,6	163,1	155,0	145,6	134,9	123,1															
170	131,7	129,9	127,1	123,1	118,1	112,0	104,9	96,9	88,0	181,8	179,5	175,7	170,3	163,7	155,6	146,2	135,0	123,6															
180	132,1	130,4	127,5	123,6	118,5	112,4	105,3	97,2	88,3	182,5	180,2	176,4	171,1	164,3	156,2	146,7	135,0	123,6															

Tabla nº12. Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento suspendido, y aislamiento de amarre

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Almud menor de 500 m)																														
CONDUCTOR 100-AL111-STIA - TENSIÓN REDUCIDO																														
T = Tensión, en daN F = Flecha, en m CS = Coeficiente de Seguridad A = Vano de regulación, en m.					V = Hipótesis de Viento V/2 =Hipótesis de Viento con presión nula					Peso, daN/m = 0,396 Dilatación, mm = 13,8 Sección, mm2 = 116,7					Módulo de elasticidad, daN/mm2= 7900 Presión V, daN/mm2 = 60 Peso + sobrecarga de V, daN/m = 0,918 Peso + sobrecarga de V/2, daN/m = 0,573					Cr = Carga Rotura, daN = 3433 Tensión máxima, daN = 725 CS. Mínimo = 4,74 EDS máxima = 10,1										
Tensión		Flechas			Parámetro		Oscilación		Tabla de tendido																					
Máxima		Máxima			Mínima		de cadenas		Temperatura en °C																					
-5° C+V		15° C+V			-5° C		-5° C+V/2																							
A	T	CS	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	A					
50	725	4,74	164	0,76	519	0,55	611	0,20	414	1543	647	0,28	191	0,65	210	0,59	233	0,53	262	0,47	299	0,41	345	0,36	10,1	401	0,31	465	0,27	50
60	725	4,74	183	0,97	544	0,76	570	0,31	462	1439	621	0,42	209	0,85	226	0,79	246	0,73	271	0,66	302	0,59	340	0,53	9,9	385	0,46	440	0,41	60
70	725	4,74	199	1,22	566	0,99	529	0,46	503	1335	597	0,59	223	1,09	239	1,02	256	0,95	278	0,87	304	0,80	335	0,73	9,8	372	0,65	417	0,58	70
80	725	4,74	213	1,49	585	1,26	491	0,65	538	1239	575	0,80	235	1,35	249	1,27	265	1,20	283	1,12	305	1,04	331	0,96	9,6	362	0,88	398	0,80	80
90	725	4,74	225	1,79	601	1,55	459	0,88	567	1157	556	1,04	245	1,64	258	1,56	272	1,48	288	1,39	306	1,31	328	1,22	9,6	353	1,14	383	1,05	90
100	725	4,74	235	2,11	614	1,87	432	1,15	592	1091	541	1,33	254	1,95	265	1,87	277	1,79	291	1,70	307	1,61	326	1,52	9,5	347	1,43	371	1,34	100
110	725	4,74	243	2,46	626	2,22	411	1,46	614	1038	528	1,64	261	2,30	271	2,21	282	2,13	294	2,04	308	1,95	324	1,85	9,4	342	1,76	362	1,66	110
120	725	4,74	251	2,85	636	2,60	395	1,81	633	997	517	2,00	267	2,68	276	2,59	286	2,50	297	2,41	309	2,31	322	2,21	9,4	337	2,12	354	2,01	120
130	725	4,74	257	3,26	645	3,01	382	2,19	649	964	509	2,38	272	3,08	280	2,99	289	2,90	299	2,80	309	2,71	321	2,61	9,4	334	2,51	348	2,40	130
140	725	4,74	263	3,70	653	3,45	372	2,61	663	939	501	2,80	276	3,52	284	3,43	292	3,33	300	3,23	310	3,14	320	3,04	9,3	331	2,93	344	2,83	140
150	725	4,74	268	4,17	660	3,92	364	3,06	675	918	496	3,25	280	3,99	287	3,89	294	3,80	302	3,70	310	3,60	319	3,49	9,3	329	3,39	340	3,28	150
160	725	4,74	272	4,67	666	4,42	357	3,55	686	902	491	3,74	283	4,48	289	4,39	296	4,29	303	4,19	310	4,09	319	3,98	9,3	327	3,88	337	3,77	160
170	725	4,74	275	5,21	671	4,95	352	4,07	695	888	486	4,26	286	5,01	292	4,92	298	4,82	304	4,71	311	4,61	318	4,51	9,3	326	4,40	334	4,29	170
180	725	4,74	279	5,77	676	5,51	348	4,62	703	877	483	4,81	288	5,57	294	5,47	299	5,37	305	5,27	311	5,17	317	5,06	9,2	324	4,95	332	4,85	180
190	725	4,74	281	6,36	680	6,10	344	5,21	710	868	480	5,39	290	6,17	295	6,06	300	5,96	306	5,86	311	5,75	317	5,65	9,2	323	5,54	330	5,43	190
200	725	4,74	284	6,99	683	6,73	341	5,82	717	860	477	6,01	292	6,79	297	6,69	301	6,58	306	6,48	311	6,37	317	6,27	9,2	322	6,16	328	6,05	200
210	725	4,74	286	7,64	686	7,38	338	6,47	722	853	475	6,66	294	7,44	298	7,34	302	7,24	307	7,13	311	7,02	316	6,92	9,2	321	6,81	327	6,70	210
220	725	4,74	288	8,33	689	8,07	336	7,15	727	847	473	7,34	296	8,13	299	8,03	303	7,92	307	7,81	312	7,71	316	7,60	9,2	321	7,49	325	7,38	220
230	725	4,74	290	9,05	692	8,79	334	7,87	732	842	471	8,05	297	8,85	300	8,74	304	8,64	308	8,53	312	8,42	316	8,31	9,2	320	8,20	324	8,09	230
240	725	4,74	292	9,80	694	9,54	332	8,61	736	838	470	8,80	298	9,60	301	9,49	305	9,38	308	9,28	312	9,17	316	9,06	9,2	319	8,95	323	8,84	240
250	725	4,74	293	10,59	696	10,32	330	9,39	740	834	469	9,57	299	10,38	302	10,27	305	10,16	309	10,06	312	9,95	315	9,84	9,2	319	9,73	323	9,62	250

Tabla nº13. Tabla de tendido (flechas y tensiones) – Tracción máxima 725 daN

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Altitud menor de 500 m)																					CONDUCTOR 100-AL1/17-STIA - TENSIÓN REDUCIDO															
Tracción máxima, daN = 725																																				
Vano Regulación	m	Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento suspendido, longitud de la cadena 0,50 m, en m.																			Vano Regulación m															
		Cruces BP125-1750 - Ángulo de derivación de la traza, en °																																		
		Cruces BP125-2000 - Ángulo de derivación de la traza, °																																		
		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4																	
50	144,2	144,2	144,2	144,1	144,1	144,1	144,1	144,1	144,1	144,1	168,9	168,9	168,9	168,9	168,9	168,9	168,9	168,8	50																	
70	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	158,9	186,3	186,3	186,3	186,2	186,2	186,2	186,2	186,1	70																	
90	168,8	168,8	168,8	168,8	168,8	168,8	168,8	168,8	168,8	168,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,8	197,7	197,7	90																	
110	175,7	175,7	175,7	175,7	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6	205,9	205,9	205,8	205,8	205,8	205,8	205,7	205,7	110																	
130	180,6	180,6	180,6	180,6	180,5	180,5	180,5	180,5	180,5	180,5	211,6	211,6	211,6	211,6	211,6	211,5	211,5	211,5	130																	
150	184,2	184,2	184,2	184,1	184,1	184,1	184,1	184,1	184,1	184,1	215,8	215,8	215,8	215,8	215,8	215,7	215,7	215,7	150																	
170	188,9	188,9	188,9	188,9	188,9	188,9	188,9	188,9	188,9	188,9	221,4	221,4	221,4	221,4	221,3	221,3	221,3	221,3	170																	
190	189,8	189,8	189,8	189,8	189,7	189,7	189,7	189,7	189,7	189,7	222,4	222,4	222,4	222,3	222,3	222,3	222,3	222,3	190																	
210	190,5	190,5	190,5	190,5	190,5	190,5	190,5	190,5	190,5	190,5	223,3	223,3	223,3	223,2	223,2	223,2	223,2	223,1	210																	
220	191,2	191,2	191,2	191,2	191,2	191,2	191,2	191,2	191,2	191,2	224,0	224,0	224,0	224,0	224,0	224,0	223,9	223,9	220																	
230	191,8	191,8	191,8	191,8	191,8	191,7	191,7	191,7	191,7	191,7	224,7	224,7	224,7	224,7	224,7	224,7	224,6	224,6	230																	
Vano Regulación	m	Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento de amarre, en m																			Vano Regulación m															
		Cruces con separación de conductores de 1,50 m. - Ángulo derivación, en °																																		
		Cruces con separación de conductores de 2,00 m. - Ángulo derivación, en °																																		
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	10	20	30	40	50	60	70	80	90																	
50	125,3	123,6	120,9	117,2	112,4	106,6	99,8	92,2	83,7	173,0	170,8	167,2	162,2	155,8	148,1	139,1	128,9	117,6	50																	
70	138,1	136,3	133,3	129,2	123,9	117,5	110,1	101,6	92,3	190,8	188,4	184,4	178,8	171,8	163,3	153,3	142,1	129,7	70																	
90	146,7	144,8	141,6	137,2	131,6	124,8	116,9	107,9	98,0	202,6	200,1	195,8	189,9	182,4	173,4	162,9	150,9	137,7	90																	
110	152,7	150,7	147,4	142,8	136,9	129,9	121,6	112,3	102,0	210,9	208,2	203,8	197,6	189,8	180,4	169,5	157,1	143,3	110																	
130	156,9	154,9	151,5	146,7	140,7	133,5	125,0	115,5	104,9	216,7	214,0	209,5	203,2	195,1	185,5	174,2	161,5	147,3	130																	
150	160,0	158,0	154,5	149,7	143,5	136,1	127,5	117,8	106,9	221,0	218,3	213,6	207,2	199,0	189,2	177,7	164,7	150,2	150																	
170	162,4	160,3	156,7	151,9	145,6	138,1	129,4	119,5	108,5	224,3	221,5	216,8	210,2	201,9	191,9	180,3	167,1	152,4	170																	
190	164,2	162,0	158,5	153,5	147,2	139,6	130,8	120,8	109,7	226,8	223,9	219,1	212,6	204,2	194,0	182,3	168,9	154,1	190																	
210	165,6	163,4	159,8	154,8	148,5	140,8	131,9	121,8	110,6	228,7	225,8	221,0	214,4	205,9	195,7	183,8	170,4	155,4	210																	
220	166,2	164,0	160,4	155,4	149,0	141,3	132,4	122,3	111,0	229,5	226,6	221,8	215,1	206,6	196,4	184,5	171,0	156,0	220																	
230	166,7	164,5	160,9	155,9	149,5	141,8	132,8	122,6	111,4	230,2	227,3	222,5	215,8	207,3	197,0	185,0	171,5	156,5	230																	

Tabla nº14. Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento suspendido, y aislamiento de amarre



TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Almud menor de 500 m)																											
CONDUCTOR 100-AL117-STIA - TENSE LIMITE ESTÁTICO DINÁMICO																											
T = Tensión, en daN F = Flecha, en m CS = Coeficiente de Seguridad A = Vano de regulación, en m.														V = Hipótesis de Viento V/2 =Hipótesis de Viento con presión nula													
Peso, daN/m = 0,396 Dilatmetro, mm = 13,8 Sección, mm2 = 116,7														Módulo de elasticidad, daN/mm2= 7900 Presión V, daN/m2 = 60 Peso + sobrecarga de V, daN/m = 0,918 Peso + sobrecarga de V/2, daN/m = 0,573													
Coef. de dilatación lineal, /°C = 0,0000191														Tabla de tendido													
Parámetro														Temperatura en °C													
Oscilación de cadenas																											
Catenaria																											
-5° C+V/2																											
T F T F																											

Tabla nº15. Tabla de tendido (flechas y tensiones) - Tracción máxima 1000 daN

TABLA DE TENDIDO (FLECHAS Y TENSIONES) - Zona A (Altitud menor de 500 m) CONDUCTOR 100-AL117-5T1A - TENSIÓN LÍMITE ESTÁTICO DINÁMICO																				
Tensión máxima, daN = 1000																				
Vano Regulación m	Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento suspendido, longitud de la cadena 0,50 m, en m.																			
	Cruces BP115-1750 - Ángulo de derivación de la traza, en °																			
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	Vano Regulación m	
60	170,6	170,5	170,5	170,5	170,5	170,5	170,5	170,5	170,5	199,9	199,8	199,8	199,8	199,8	199,8	199,8	199,7	199,7	60	60
80	185,9	185,9	185,9	185,9	185,9	185,9	185,9	185,9	185,9	217,9	217,9	217,8	217,8	217,8	217,8	217,8	217,7	217,7	80	80
100	197,6	197,6	197,5	197,5	197,5	197,5	197,4	197,4	197,4	231,5	231,5	231,5	231,5	231,5	231,4	231,4	231,4	231,3	100	100
120	206,3	206,3	206,3	206,3	206,3	206,3	206,3	206,3	206,2	241,8	241,8	241,8	241,8	241,8	241,7	241,7	241,7	241,6	120	120
140	211,2	211,2	211,2	211,2	211,2	211,2	211,1	211,1	211,1	247,5	247,5	247,5	247,5	247,5	247,5	247,5	247,4	247,3	140	140
160	215,0	215,0	215,0	215,0	215,0	215,0	214,9	214,9	214,9	252,0	252,0	251,9	251,9	251,9	251,9	251,9	251,8	251,8	160	160
180	189,4	186,9	182,8	177,1	169,9	161,1	150,9	139,4	126,6	261,6	258,3	252,8	245,2	235,6	223,9	210,3	194,9	177,8	180	180
200	220,3	220,3	220,3	220,3	220,3	220,3	220,2	220,2	220,2	258,2	258,2	258,2	258,2	258,2	258,1	258,1	258,0	258,0	200	200
225	222,6	222,6	222,6	222,6	222,6	222,6	222,5	222,5	222,5	260,9	260,9	260,9	260,9	260,9	260,9	260,8	260,8	260,8	225	225
250	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,3	224,3	224,3	263,0	263,0	263,0	263,0	263,0	262,9	262,9	262,9	262,8	250	250
275	225,9	225,9	225,8	225,8	225,8	225,8	225,7	225,7	225,7	264,7	264,7	264,6	264,6	264,6	264,6	264,6	264,5	264,5	275	275
300	227,0	227,0	227,0	227,0	227,0	227,0	226,9	226,9	226,9	266,0	266,0	266,0	266,0	266,0	265,9	265,9	265,8	265,8	300	300
Vano Regulación m	Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento de amarre, en m.																			
	Cruces con separación de conductores de 1,50 m. - Ángulo derivación, en °																			
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Vano Regulación m	
60	148,2	146,3	143,1	138,6	132,9	126,1	118,1	109,1	99,0	204,7	202,1	197,8	191,9	184,3	175,2	164,5	152,5	139,1	60	60
80	161,6	159,4	155,9	151,1	144,9	137,4	128,7	118,9	107,9	223,1	220,3	215,7	209,2	200,9	191,0	179,4	166,2	151,7	80	80
100	171,7	169,4	165,7	160,5	154,0	146,0	136,8	126,3	114,7	237,1	234,1	229,2	223,3	213,5	202,9	190,6	176,6	161,2	100	100
120	179,3	177,0	173,1	167,7	160,8	152,5	142,9	131,9	119,8	247,7	244,5	239,4	233,2	223,0	211,9	199,1	184,5	168,3	120	120
140	183,6	181,2	177,2	171,7	164,6	156,1	146,3	135,1	122,7	253,5	250,3	245,0	237,7	228,3	217,0	203,8	188,9	172,3	140	140
160	186,8	184,4	180,4	174,7	167,6	158,9	148,9	137,5	124,8	258,1	254,8	249,4	241,9	232,4	220,8	207,4	192,3	175,4	160	160
180	189,4	186,9	182,8	177,1	169,9	161,1	150,9	139,4	126,6	261,6	258,3	252,8	245,2	235,6	223,9	210,3	194,9	177,8	180	180
200	191,5	189,0	184,8	179,1	171,7	162,9	152,6	140,9	127,9	264,5	261,1	255,6	247,9	238,1	226,3	212,6	197,0	179,7	200	200
225	195,0	192,5	188,3	182,4	174,9	165,9	155,4	143,5	130,3	269,4	266,0	260,3	252,5	242,6	230,5	216,5	200,7	183,1	225	225
250	196,3	193,7	189,5	183,5	176,0	166,9	156,4	144,4	131,1	271,1	267,7	262,0	254,1	244,1	232,0	217,9	201,9	184,2	250	250
275	197,3	194,7	190,4	184,5	176,9	167,8	157,2	145,1	131,8	272,4	269,0	263,3	255,4	245,3	233,1	219,0	203,0	185,2	275	275

Tabla nº16. Vano máximo en m, por separación entre conductores en apoyos con aislamiento suspendido, y aislamiento de amarre

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 57 de 114

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN.**

Todos los materiales a utilizar serán de la calidad que se especifique en la Memoria y presente Pliego de Condiciones, teniendo en cuenta que el material eléctrico tendrá que ser de los homologados por la Compañía Suministradora de energía eléctrica, Iberdrola S.A.U.

En cuanto a la calidad de los materiales a utilizar en la Obra Civil se exigirá lo siguiente:

#### **1.1. OBRA CIVIL.**

##### **1.1.1. OBRAS QUE COMPRENDE.**

Las obras que comprende son fundamentalmente las siguientes:

- Suministro de todo el material necesario para la instalación proyectada.
- Todos los transportes necesarios, tanto para la traída de material como el envío de sobrantes fuera de las obras.
- Apertura y tapado de todas las zanjas, rozas, cimentaciones, pasos de muro y forjados, y cuantas obras auxiliares sean precisas, quedando todos los acabados repuestos a satisfacción.
- Tendido de los cables y conducciones en cualquiera de las modalidades requeridas.
- Las cimentaciones o empotramiento de todo tipo de soportes.
- Construcción de la obra civil proyectada, incluyendo suministro y colocación de cuantos herrajes y elementos de carpintería se describan en la Memoria o sean necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.
- La solicitud y obtención de todos los permisos de obra y puesta en marcha de instalaciones que puedan depender de Organismos Oficiales o particulares.

##### **1.1.2. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS.**

El Contratista ejecutor de las obras tendrá que conservar todos los elementos de las obras civiles o eléctricas desde el comienzo de las obras hasta la recepción definitiva de las mismas, siendo de su cuenta la reparación de cuantos desperfectos o roturas se presenten, sin que pueda alegar que la instalación está o no en servicio.

##### **1.1.3. APERTURA DE HOYOS.**

La contrata, una vez en posesión del proyecto y antes de comenzar las excavaciones, deberá hacer un recorrido previo de la línea para comprobar los vértices, alineaciones, cruces y cuantas dificultades puedan surgir.

Si encuentra alguna anomalía con respecto al proyecto, lo comunicará al Director Técnico de la obra para recabar su aprobación.

El Contratista deberá hacer catas de reconocimiento, para comprobar que el coeficiente de compresibilidad a dos metros de profundidad es igual o superior al estimado por el autor del proyecto. En este caso, las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las dadas en las hojas de datos o planos; si el coeficiente resultase menor que el estimado, se pondrá en conocimiento del Director Técnico de las obras quien facilitará las medidas de la excavación que haya de realizarse.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 58 de 114

Las tierras sobrantes deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario.

#### **1.1.3.1. En tierra.**

Normalmente estas excavaciones se harán con pico y pala. En caso de emplear máquina se tendrá sumo cuidado para que resulten con las medidas dadas para cada caso. Se procurará no remover mucho el terreno ya que perdería consistencia.

#### **1.1.3.2. En terreno de tránsito.**

Estos terrenos generalmente suelen ser muy duros, por estar compuestos por peñuelas, granito descompuestos, etc. Para realizar estas excavaciones, aunque no sea necesario el uso de explosivos, hay que emplear útiles apropiados, como cuñas, barras, martillos mecánicos, etc., encareciendo su realización. Las paredes de los hoyos deberán quedar perpendiculares al terreno una vez nivelado el mismo.

#### **1.1.3.3. En terreno con agua.**

Para efectuar excavaciones en estos terrenos, es imprescindible el uso de una bomba de achique, para sacar el agua procedente de filtraciones en el terreno, ya que generalmente la cantidad de agua filtrada no se puede achicar con cubos.

En este tipo de excavaciones, hay que procurar hormigonar lo más rápidamente posible, pues de lo contrario, se corre el riesgo de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando las dimensiones del mismo. A veces será necesario realizar entibaciones para impedirlo.

#### **1.1.3.4. En terreno con roca.**

En este tipo de excavaciones, el uso de explosivos se hace prácticamente imprescindible; por tanto requieren más atención que las anteriores.

Se procurará dar a estas excavaciones las medidas de las mismas muy ajustadas, pues generalmente suelen resultar de mayores dimensiones por efecto de los explosivos, lo que exige un buen conocimiento de las técnicas de voladuras para evitar excavar en demasía.

Cuando queden piedras sueltas en las paredes, se retirarán, a no ser que sean lo suficientemente grandes para realizar el hormigonado del apoyo sin riesgo de la seguridad de la cimentación.

Siempre se utilizará la técnica de voladura apropiada con objeto de evitar accidentes, debiéndose cumplir todos los requisitos legales para la utilización de los explosivos.

#### **1.1.4. CIMENTACIONES.**

##### **1.1.4.1. Contenido del Hormigón.**

##### **Arena.**

La arena puede proceder de ríos, minas, canteras, etc. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficies ásperas y de origen cuarzoso desechando las de procedencia de terrenos que contengan mica, feldespato, etc.

##### **Piedra y Grava.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 59 de 114

La piedra podrá proceder de graveras de río o canteras, pero siempre se suministrará limpia, no conteniendo en su exterior partes calizas, polvo, arcilla u otras materias extrañas.

Las dimensiones podrán establecerse entre 1 y 6 cm, siendo preferible la que tenga superficie con aristas y granulometría apropiadas.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea, piedra y arena unidas, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

#### **Cemento.**

Será Pórtland o artificial, de primera calidad y de marca acreditada y deberá cumplir las condiciones exigidas por el Pliego General de Condiciones para obras de carácter oficial, aprobado por OM del 21-12-60 (BOE 5-8-60). En general se utilizará como mínimo el de calidad P-350 de fraguado lento.

Se almacenará en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad tanto del suelo como de las paredes.

El Director Técnico de la obra podrá realizar, cuando lo crea pertinente, los análisis y ensayos de laboratorio, que considere oportunos.

#### **Agua.**

Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas que procedan de ciénagas.

##### **1.1.4.1.1. Hormigones.**

Como norma general, se deberán utilizar hormigones preparados en plantas especializadas en ello, recomendándose el hormigón de planta H-250. En el caso de que por razones justificadas no pueda ser de planta, se permitirá el amasado del hormigón "in situ" siempre que se haga sobre chapas metálicas procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible y que tanto el cemento como los áridos serán medidos en volúmenes apropiados.

La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones que, a título orientativo, damos a continuación:

- Cemento: 200 Kg.
- Arena: 450 l.
- Grava: de 10 a 60 mm. = 900 l.
- Agua: 150 l.

En cualquiera de los casos el hormigón deberá cumplir con la "Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón armado y en masa", EHE.

##### **1.1.4.2. Calidad de cimentaciones.**

###### **1.1.4.2.1. Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.**

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo a la alineación real, debe ser inferior a  $(D/100) + 10$ , expresada en centímetros.

###### **1.1.4.2.2. Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal.**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 60 de 114

El desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista no debe suponer aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento.

#### 1.1.5. CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS (ENTUBADAS).

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del supervisor de la obra.

##### 1.1.5.1. Materiales.

Los materiales a utilizar en serán de las siguientes cualidades y condiciones:

##### **Tubos.**

Serán de materiales termoplásticos, provenientes de fábrica, de garantía, siendo el diámetro interior 1,6 veces el del cable con un mínimo de 150 mm, y su longitud la más aproximada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho, siguiendo la dirección del tendido probable del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

##### **Cemento.**

Será Pórtland o artificial, de primera calidad y de marca acreditada; deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones exigidas por la vigente instrucción española del Ministerio de Fomento.

Se envasará y almacenará convenientemente para que no pierda las condiciones precisas.

La Dirección Técnica de la obra podrá realizar, cuando lo crea pertinente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos.

En general se utilizará como mínimo el de calidad P-350 de fraguado lento.

##### **Arena.**

La arena puede proceder de ríos, minas, canteras, etc. Debe ser limpia, crujiente al tacto y no contener impurezas arcillosas u orgánicas, para lo cual, si fuera posible, se tamizará y lavará convenientemente. Será preferible la que tenga superficies ásperas y de origen cuarzoso desechando las de procedencia de terrenos que contengan mica, feldespato, etc.

La dimensión de sus granos será de 0,2 s 3 mm.

##### **Áridos gruesos.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 61 de 114

La piedra podrá proceder de graveras de río o canteras, pero siempre se suministrará limpia, no conteniendo en su exterior partes calizas, tierra, detritus, polvo, arcilla u otras materias extrañas. Será preferible la procedente de piedra dura silíceas, compacta y resistente.

Las dimensiones podrán establecerse entre 1 y 6 cm, siendo preferible la que tenga superficie con aristas y granulometría apropiadas.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea, piedra y arena unidas, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

#### **Agua.**

Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas que procedan de ciénagas.

#### **Hormigones.**

El amasado de hormigón se hará siempre sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos en volúmenes apropiados.

La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones que, a título orientativo, damos a continuación:

- Cemento: 150 kg.
- Arena: 450 Kg.
- Grava: de 10 a 60 mm = 900 l.
- Agua: 150 l.

Se recomienda utilizar hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

#### **1.1.5.2. Dimensiones y características generales de ejecución.**

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes; para tener toda la zanja a la vez dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique par su fijación).

La colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonado en toda su longitud.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,45 m para la colocación de un tubo, aumentando su anchura en función del número de tubos a instalar. Los tubos se podrán colocar en uno, dos o tres planos, con una separación entre ellos de 2 cm tanto en horizontal como en vertical; la separación de los tubos de las paredes será de 5 cm. La profundidad de la zanja será tal que los tubos situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, medidos desde la rasante del terreno a la generatriz inferior del tubo.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma, se queden de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización, situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

<p>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</p>	Revisión 0
	Julio 2013
<p><b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b></p>	Pág. 62 de 114

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m según el tipo de cable, y, para facilitar su tendido, dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m, en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de obras.

En el fondo de la zanja y en toda su extensión, se echará una solera de hormigón de limpieza, bien nivelada, de unos 5 cm de espesor sobre la que se asentará la primera capa de tubos separados entre sí 2 cm, procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se colocará la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procederá como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que debe tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior de cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún estos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 metros.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso, de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

## **1.2. CONDUCTORES.**

Tanto para las líneas aéreas como para las subterráneas, serán de las dimensiones, tipo y calidades especificadas en la Memoria del presente proyecto.

## **1.3. AISLADORES.**

Serán de las dimensiones, tipo y calidades especificadas en la Memoria y Planos del presente proyecto.

## **1.4. HERRAJES Y ACCESORIOS.**

Serán de las dimensiones, tipo y calidades especificadas en la Memoria y Planos del presente proyecto.

## **1.5. COLUMNAS.**

Serán de las dimensiones, tipo y calidades especificadas en la Memoria y Planos del presente proyecto.





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 63 de 114

## **1.6. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO.**

### **1.6.1. ZANJAS PARA CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS.**

#### **1.6.1.1. Ejecución.**

Su ejecución comprende:

- Apertura de zanjas.
- Suministro y colocación de protección de arena.
- Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo.
- Colocación de la cinta de "atención al cable".
- Tapado y apisonado de las zanjas.
- Carga y transportes a vertedero de las tierras sobrantes.
- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

#### **1.6.1.2. Apertura de las zanjas.**

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, y evitándose en cualquier caso tanto los ángulos pronunciados como el tendido de los conductores en zona de tráfico rodado de forma paralela al eje de la calzada.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

ANTES DE PROCEDER A LA APERTURA DE LAS ZANJAS SE ABRIRÁN CATAS DE RECONOCIMIENTO PARA CONFIRMAR O RECTIFICAR EL TRAZADO PREVISTO.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 15 veces el diámetro del cable unipolar.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0.60 m. de anchura media y profundidad mínima de 1.30 m, tanto en aceras como en calzada.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, a todo lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Durante la ejecución de los trabajos se dejarán los pasos necesarios para vehículos, maquinaria y personal de forma que se interfiera lo menos posible en el resto de las obras y sin que, en ningún momento se cause la paralización de alguna de ellas.

En los futuros pasos de vehículos al interior de las edificaciones o recintos serán ejecutadas como cruces con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

#### **1.6.1.3. Protecciones de arena.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 64 de 114

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente; el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 0,3 mm. Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente.

Cuando se emplee la procedencia de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 25 cm de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

#### **1.6.1.4. Placas cubrecables.**

Encima de la segunda capa de arena se colocará una placa protectora de material sintético, losetas de hormigón, rasillas o ladrillos colocados transversalmente sobre el trazado del cable.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentarán caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de MT ó una o varias termas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm entre ellos.

#### **1.6.1.5. Tapado y apisonado de la zanja.**

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia de cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en el apartado anterior. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

#### **1.6.1.6. Cinta de "Atención al cable".**

En las canalizaciones de cables, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia de cable". Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo, a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm, la distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento, será de 10 cm.

#### **1.6.1.7. Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.**

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como al esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSION EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 65 de 114

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

#### **1.6.1.8. Dispositivos de balizamiento.**

Durante la ejecución de las obras, estarán señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, el RD 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención, y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación y las determinaciones de la Dirección de las Obras.

#### **1.6.2. DIMENSIONES Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.**

##### **1.6.2.1. Zanja para tendido exclusivo de red de media tensión.**

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m de anchura media y profundidad mínima de 1,30 m tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse con criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m, separados por un ladrillo, o de 25 cm entre caras externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre caras externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos, a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1,20 m de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

##### **1.6.2.2. Zanja para uso compartido con otras redes.**

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las edificaciones y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas. De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones. La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces ante este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

##### **1.6.2.3. Zanjas en roca.**

Cuando sea necesario realizar zanjas en terreno constituido principalmente por roca, se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra.

La profundidad mínima será 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

##### **1.6.2.4. Zanjas anormales y especiales.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 66 de 114

Entendemos bajo esta denominación, aquellas zanjas en que no es posible mantener las dimensiones y distancias descritas en los apartados anteriores; esta circunstancia debe ser apreciada y admitida por la Dirección de la Obra, y en estos casos se deberán tener en cuenta los siguientes condicionantes mínimos.

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m separados por un ladrillo, o de 0,25 m entre caras sin ladrillo; y la separación entre los ejes de los cables extremos y pared de la zanja de 0,10 m; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También, en algunos casos, se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con las precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

#### **1.6.2.5. Canalizaciones entubadas.**

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado y acera de viales.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Director Técnico de la obra.

#### **1.6.3. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.**

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc. se realizará el tendido en canalización entubada. Los tubos irán a una profundidad mínima de 1 m. y el número mínimo de tubos será de tres, debiendo dejar siempre uno de reserva.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y los de conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. En la mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción se debe interponer una plancha metálica de 3 mm, de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un empalme de cable.

En el paralelismo entre cable de energía y conducciones metálicas enterradas, se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m. para gaseoductos.
- 0,30 m. para otras conducciones.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 67 de 114

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas, la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas, colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m en el caso en que el tramo de conducción interesada esté contenida en una protección de no más de 100 m.
- 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica, su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas, no pueda ser respetada mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso, la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección, no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables no inferior a 0,50 m., en cables interurbanos ó a 0,30 m., en cables urbanos.

## **2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

### **2.1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.**

Además de lo especificado y detallado en el presente proyecto y a las disposiciones legales y normativa particular que se relaciona a continuación, el Contratista se atenderá a todas las Normas y Reglamentos vigentes sobre esta materia y específicamente a los Reglamentos sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre), Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto) y Normas Tecnológicas y Básicas de la Edificación.

- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).*
- *Instrucciones de carácter general y Reglamentos sobre instalación y funcionamiento de Centrales eléctricas, Líneas de transporte de energía eléctrica y Estaciones transformadoras (Orden del Ministerio de Industria y Comercio de 23/2/1949).*

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 68 de 114

- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación* (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre).
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión* (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto).
- Normativa particular de la Empresa Suministradora de Energía eléctrica, IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.
- Proyecto tipo de Línea Subterránea de MT. Iberdrola (MTDYC 2.31.01) Edición 1ª, de enero de 1.995.
- Recomendaciones UNESA y normativa particular de Iberdrola Distribución Levante-Sur.
- Plan General Municipal de Ordenación.
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales* (BOE 10 de Noviembre de 1995).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el *Reglamento de los Servicios de Prevención*.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre *disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo*.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las *disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre *disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las *disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo*.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen *disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre *disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen *medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión*.

## **2.2. TENDIDO DE CABLES.**

### **2.2.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.**

#### **2.2.1.1. Manejo y preparación de las bobinas.**

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad del tendido, en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo.

También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso de cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas, con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 69 de 114

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

## **2.2.2. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA PARA ENTERRAR.**

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro, durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm<sup>2</sup> de conductor que no deben sobrepasar el que indique el fabricante del mismo.

En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad; será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. En las curvas se colocarán los rodillos precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable lateralmente, por medio de palancas y otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina, en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tiene aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

<p>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</p>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 70 de 114

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Cuando dos o más cables de MT discurren paralelos, deberán señalizarse debidamente para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm, mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

### **2.2.3. TENDIDO DE CABLES EN CANALIZACIONES ENTUBADAS.**

Cuando el cable se tienda, a mano o con cabrestantes y dinamómetros, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida al extremo del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un solo tubo.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible, se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra [según se indica en el apartado CRUCES, (cables entubados)].

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli TUPIR, o similar para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc; por su interior y servir a la vez de almohadillas del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

### **2.2.4. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

## **2.3. MONTAJE.**

### **2.3.1. EMPALMES.**

Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento de los cables a empalmar, y se instalarán, única y exclusivamente las marcas que estén autorizadas por la compañía Iberdrola S.A.U.



<p>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</p>	Revisión 0
	Julio 2013
<p><b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b></p>	Pág. 71 de 114

Se procurará a ser posible no hacer ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura.

Al limpiar los conductores no se destruirá el papel semiconductor que los envuelve en las zonas en que haya de conservarse.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstituidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

### **2.3.2. BOTELLAS TERMINALES.**

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o, el de las botellas terminales.

### **2.3.3. AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADORES.**

Los dispositivos de protección contra sobreintensidades de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque aéreo / subterráneo (A/S), inmediatamente después del seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del neutro del pararrayos se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montante y hasta tres metros del suelo irá protegido por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para 20 KV de 50 mm<sup>2</sup> de sección y se unirán a los electrodos de tierra necesarios para alcanzar una resistencia de difusión inferior a 20 ohmios.

El apoyo de entronque A/S deberá llevar toma de tierra en anillo cerrado con cable de acero de 100 mm<sup>2</sup> y "plataforma del operador", consistente en una placa de hormigón de 70 x 70 x 7 cm, armado con un emparrillado de aproximadamente 20 x 20 cm, y hierro de 4 mm Ø, como mínimo, unido a la tierra del anillo dominador de potencial. Todo ello de acuerdo con el plano correspondiente. El valor de la tierra no será superior a 20 ohmios.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 15 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm Ø, inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m, emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

### **2.3.4. HERRAJES Y CONEXIONES.**

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cables.

<p>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</p>	Revisión 0
	Julio 2013
<p><b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b></p>	Pág. 72 de 114

Así mismo, se procurará que queden completamente horizontales.

### 2.3.5. COLOCACIÓN DE CABLES EN TUBOS Y ENGRAPADO EN COLUMNA.

En los entronques aéreo/subterráneos, los cables se protegerán con tubos a la salida del terreno. Los tubos serán de poliéster y se colocarán de forma que no dañen a los cables y queden fijos a la columna, poste y obra de fábrica, sin molestar el tránsito normal de la zona, con 0,50 m aproximadamente, bajo el nivel del terreno, y 2,50 m sobre él.

El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

El taponado de tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, o pasta que cumpla su misión de taponar, no ataque al aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo para los cables de aislamiento seco. Los de aislamiento de papel se tomarán con un rollo de cinta TUPIR adaptado a los diámetros del cable y del tubo.

### 2.3.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN DE CRUCES DE CALZADA.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes; para tener toda la zanja a la vez dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

La colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonado en toda su longitud.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,45 m para la colocación de un tubo, aumentando su anchura en función del número de tubos a instalar. Los tubos se podrán colocar en uno, dos o tres planos, con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en horizontal como en vertical; la separación de los tubos de las paredes será de 5 cm. La profundidad de la zanja será tal que los tubos situados en el plano superior queden a una profundidad de 90 cm, medidos desde la rasante del terreno a la generatriz inferior del tubo.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que el terminarse la misma, se queden de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización, situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m según el tipo de cable, y, para facilitar su tendido, dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m, en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

En el fondo de la zanja y en toda su extensión, se echará una solera de hormigón de limpieza, bien nivelada, de unos 5 cm, de espesor sobre la que se asentará la primera capa de tubos separados entre sí 2 cm, procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se colocará la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procederá como

<p>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</p>	Revisión 0
	Julio 2013
<p><b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b></p>	Pág. 73 de 114

ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierta hasta el nivel total que debe tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior de cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún estos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 metros.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido, una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso, de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

### **3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

Una vez terminada la instalación, se realizarán cuantas pruebas y mediciones se consideren oportunas, tanto por parte de los Organismos Oficiales, como por parte de la empresa suministradora de energía eléctrica Iberdrola S.A.U.

### **4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

La instalación estará continuamente en perfecto estado de uso, tanto en cuanto a las características físicas y constructivas de los elementos que lo constituyen, como al estado de tomas de tierra, elementos de protección, etc.

Siempre que por avería o defecto haya que cambiar alguna pieza constitutiva de la instalación, ésta se dispondrá de las mismas condiciones y características.

En cada apoyo, y como medida de seguridad, se situará una placa indicativa de "PELIGRO DE MUERTE" situada a una altura suficiente para que sea visible desde el suelo, y no se pueda quitar desde él.

Del mismo modo en los apoyos que se considere conveniente, se instalará una chapa de protección antiescalo de acero galvanizado de 2 m de longitud y 1 mm de espesor, situada a 20 cm sobre la peana.

### **5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 74 de 114

Todos los materiales, aparatos eléctricos, cables, etc, podrán ser sometidos a cuantos ensayos y pruebas indique la Dirección de Obra, siendo el costo de dichas pruebas o ensayos de la exclusiva cuenta de Adjudicatario.

Los ensayos y análisis que deben realizarse con los materiales y elementos que se utilizarán en la obra se verificarán a indicación del Director de Obra, en laboratorio oficial homologado o en Organismo Público.

Los ensayos y pruebas realizados durante la ejecución de las obras e instalaciones no tienen otro carácter que el de servir de antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales o de unidades de obra, en cualquier forma que se realicen, no atenúan las obligaciones de subsanar o reponer, que el Contratista contrae si las instalaciones u obras resultasen inaceptables parcial o total mente en el acto de reconocimiento final y prueba de recepción.

## **6. LIBRO DE ÓRDENES.**

En la obra existirá un Libro de Órdenes donde quedarán reflejadas todas las modificaciones, anomalías, etc.

## **7. VARIOS.**

### **7.1. MEDICION Y ABONO DE LAS OBRAS.**

#### **7.1.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.**

Se medirán por unidades terminadas y medidas sobre el terreno tal y como se encuentre al realizarla, y se abonarán a los precios especificados en el cuadro de precios, que resume el coste de todas las operaciones y materiales necesarios para dejar terminadas estas obras. No se abonarán los excesos de obra realizados por el contratista que no figuren detallados en planos o hayan sido autorizados por la Dirección.

#### **7.1.2. CONDUCTORES Y MATERIAL ELÉCTRICO.**

El abono de estos materiales se hará por unidades colocadas y tras recuento minucioso de todas y cada una de las piezas instaladas, comprendiendo en sus precios todas las operaciones necesarias para su montura y anclaje de acuerdo con el cuadro de precios.

#### **7.1.3. MAQUINARIA.**

Asimismo, el abono de estas partidas se realizará por unidades colocadas y en orden de funcionamiento; como excepción, se podrán certificar partidas que no estén en orden de funcionamiento cuando se encuentren físicamente en su ubicación definitiva a falta de conexonado o de suministro de fluidos refrigerantes o de proceso, siempre que se demuestre la conveniencia de no completar el equipamiento o la imposibilidad de realizarlo; en este caso, la certificación se realizará a título de acopio, en una fracción del total que será apreciada por el Director de las obras.

#### **7.1.4. PARTIDAS ALZADAS.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 75 de 114

El abono de estas partidas alzadas será justificado por el Técnico encargado de las obras discrecionalmente, según coste de materiales u otros medios empleados.

#### **7.1.5. MEDIOS AUXILIARES.**

Serán de cuenta del contratista todos los medios auxiliares que sea preciso emplear, en las obras de manera que se realicen en la forma especificada, y será responsable de cuantas incidencias se produzcan por faltas en su debido empleo.

### **7.2. DISPOSICIONES GENERALES.**

#### **7.2.1. PLAN DE OBRAS.**

El contratista antes de empezar las obras objeto del presente proyecto, deberá presentar al Técnico encargado un Plan detallado de la ejecución con indicación de los plazos parciales para la realización de las distintas unidades de obra.

#### **7.2.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.**

Antes de la instalación de cualquier material o maquinaria susceptible de ser elegido entre los de distintas procedencias, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras, muestras y relaciones de marcas de todos los elementos a emplear y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazado por la Dirección de la Obra aún después de colocados si no cumplieren las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones.

Se realizarán análisis y pruebas que se ordenen por la Dirección de la obra en Laboratorios que esta designe, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

#### **7.2.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.**

Deberán dar comienzo antes de los 10 días naturales contados desde la realización del replanteo de las obras.

#### **7.2.4. PLAZO DE GARANTÍA.**

Durante los doce meses siguientes a la terminación de las obras, determinadas por el Acta de Recepción, correrá de cuenta del Contratista la conservación de las mismas, así como la reparación de todos los desperfectos no atribuibles a causa de fuerza mayor que pudieran ocurrir.

#### **7.2.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.**

La recepción definitiva y la liquidación de las obras se realizará una vez transcurrido el período de garantía, tras haber solucionado las anomalías que se hubieran encontrado, debidas a deficiencias de ejecución no observadas en la recepción provisional.

#### **7.2.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo general y de replanteo parciales, los de inspección, y vigilancia no técnica, mediciones, pruebas, recepción y liquidaciones.

#### **7.2.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 76 de 114

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan a todos los daños que se causen con la explotación de canteras, la extracción de tierra para la ejecución de los terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos; los que se originen con la habilitación operaciones que requieran la ejecución de las obras.

#### **7.2.8. JORNALES MÍNIMOS.**

El contratista estará obligado a no abonar jornal inferior a los mínimos previstos en la vigente legislación laboral.

Asimismo, ingresará en los Organismos competentes las cuotas que correspondan en materia de Seguridad Social, así como las retenciones efectuadas a los trabajadores bajo el concepto de Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas.

#### **7.2.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.**

El Contratista viene obligado a asegurar a sus obreros y empleados en la forma y condiciones que se establecen en la vigente legislación.

#### **7.2.10. DISPOSICIÓN FINAL.**

Cuando exista contradicción o discrepancia entre el presente documento y los restantes que componen el Proyecto, prevalecerá sobre el presente lo descrito en la Memoria; sobre ambos, lo descrito en los Presupuestos, y en cualquier caso, el criterio y órdenes del Director de las Obras.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 77 de 114

## **PRESUPUESTO**

### **1. PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.**

#### **CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL**

- MI. Apertura de zanja para canalización subterránea en acera, en cualquier tipo de terreno, para una (1) línea de la red de alta tensión de 0,45 x 0,90 metros, incluida excavación, tubo para canalización, relleno de material seleccionado, zahorra artificial compactada en capas de 25 centímetros, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte de sobrantes a vertedero, cinta de PVC con la inscripción "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
880	37,19	32.727,20

- MI. Apertura de zanja para canalización subterránea en acera, en cualquier tipo de terreno, para dos (2) líneas de la red de alta tensión de 0,65 x 0,90 metros, incluida excavación, tubo para canalización, relleno de material seleccionado, zahorra artificial compactada en capas de 25 centímetros, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte de sobrantes a vertedero, cinta de PVC con la inscripción "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
275	49,25	13.543,75

- MI. Apertura de zanja para canalización subterránea en cruce de calzada, en cualquier tipo de terreno, para una (1) línea de la red de alta tensión de 0,65 x 1,10 metros, incluida excavación, tubo para canalización, relleno del mismo mediante capa de hormigón de 175 Kg/cm<sup>2</sup> de 0,40 m de espesor, zahorra artificial compactada en capas de 25 centímetros, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte de sobrantes a vertedero, cinta de PVC con la inscripción "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
130	67,71	8.802,30

- Ud. Apertura de hoyo con medios mecánicos y cimentación de 1,17x1,17x2,89 metros, con hormigón de 250 Kg/cm<sup>2</sup>, para apoyo metálico de celosía C-4500-16E UNESA, incluso red de tierra del apoyo, retirada de sobrantes a vertedero, mano de obra, instalación, pequeño material accesorio y medios auxiliares, totalmente terminado, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
1	1.190,44	1.190,44



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 78 de 114

- MI. Demolición de acera existente para instalación de canalizaciones y reposición de la misma, incluso relleno de zanjas con zahorra artificial, solera de hormigón e instalación de pavimento similar al existente tomado con mortero de cemento, totalmente terminado.

Medición	Precio €	Importe €
200	31,21	6.242,00

- MI. Demolición y reposición de aglomerado asfáltico para instalación de canalizaciones en calzada con unas dimensiones medias de 600 x 0,60 m y 10 cm de espesor, incluso corte de asfalto con medios mecánicos, hormigón de protección, riego de imprimación (mezcla bituminosa tipo similar al existente) y curado con "Slurry" en frío, totalmente terminado.

Medición	Precio €	Importe €
55	43,81	2.409,55

**Total importe obra civil: 64.915,24 €**

## CAPÍTULO 2: MATERIAL ELÉCTRICO

- Ud. Apoyo metálico de celosía tipo C-4500-16E UNESA para entronque aéreo/subterráneo, galvanizado por inmersión en caliente con recubrimiento de cinc de 0,61 Kg/m<sup>2</sup>, incluso armado, izado, mano de obra, instalación, pequeño material accesorio y medios auxiliares, totalmente colocado. Se incluyen los siguientes elementos:
- 1 unidad de apoyo metálico de celosía C-4500-16E UNESA
  - 1 unidad de cruceta plana mod. RC2-15/5
  - 3 juegos de cadena de amarre, con aisladores de composite tipo U70 YB 20 P
  - 1 unidad de soporte para seccionadores unipolares o XS
  - 1 juego seccionadores unipolares o XS
  - 1 unidad de soporte instalación de terminales y pararrayos autovalvulares
  - 3 terminales unipolares tipo TES-24-TR240, dotados de conductor trenza de cobre desnudo para conexión de puesta a tierra mediante tornillo al soporte
  - 3 pararrayos autovalvulares tipo poliméricos dotados de conductor trenza de cobre desnudo para conexión de puesta a tierra
  - 3 conductores trenza de cobre desnudos de 50 mm<sup>2</sup> para interconexionar los terminales con los pararrayos autovalvulares
  - 5 Kg de varilla de cobre electrolítico de 10 mm de diámetro para interconexionar la salida de los seccionadores con los terminales
  - 20 metros de conductor de cobre de 95 mm<sup>2</sup>, aislamiento 0,6/1 KV para puesta a tierra del soporte
  - 7,5 metros de tubo de acero galvanizado de 16 mm de diámetro para protección de conductores
  - 1 unidad de anillo de tierras apoyo y maniobra
  - 1 unidad de soporte de maniobra
  - 1 unidad de realización de entronque aéreo-subterráneo

Medición	Precio €	Importe €
1	5.689,75	5.689,75



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 79 de 114

- Ud. Cruceta para realización de entronque aéreo/subterráneo en apoyo metálico de celosía existente, galvanizado por inmersión en caliente con recubrimiento de cinc de 0,61 Kg/m<sup>2</sup>, incluso armado, izado, mano de obra, instalación, pequeño material accesorio y medios auxiliares, totalmente colocado. Se incluyen los siguientes elementos:
- 1 unidad de soporte para seccionadores unipolares o XS
  - 1 juego seccionadores unipolares o XS
  - 1 unidad de soporte instalación de terminales y pararrayos autovalvulares
  - 3 terminales unipolares tipo TES-24-TR240, dotados de conductor trenza de cobre desnudo para conexión de puesta a tierra mediante tornillo al soporte
  - 3 pararrayos autovalvulares tipo poliméricos dotados de conductor trenza de cobre desnudo para conexión de puesta a tierra
  - 3 conductores trenza de cobre desnudos de 50 mm<sup>2</sup> para interconexionar los terminales con los pararrayos autovalvulares
  - 5 Kg de varilla de cobre electrolítico de 10 mm de diámetro para interconexionar la salida de los seccionadores con los terminales
  - 20 metros de conductor de cobre de 95 mm<sup>2</sup>, aislamiento 0,6/1 KV para puesta a tierra del soporte
  - 7,5 metros de tubo de acero galvanizado de 16 mm de diámetro para protección de conductores
  - 1 unidad de soporte de maniobra
  - 1 unidad de realización de entronque aéreo-subterráneo

Medición	Precio €	Importe €
1	2.057,33	2.057,33

- MI. Red subterránea de alta tensión formada por tres conductores unipolares de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección, aislamiento seco DHZ-1, tensión asignada de servicio 12/20 KV, tipo HEPRZ-1, s/ recomendaciones de UNESA 3305-C y NEH 1410/0011/0101, incluso tendido, material de fijación y señalización, conexionado a celdas CGM de hexafluoruro, de alta tensión, o a seccionadores unipolares colocados en crucetas de los apoyos aéreo-subterráneos, terminado y en servicio, colocado.

Medición	Precio €	Importe €
1.680	25,80	43.344,00

- Ud. Juego de 3 terminales en T-400 PA-3-150/24 Ac AL HEPRZ, colocado.

Medición	Precio €	Importe €
13	1.082,40	14.071,20

- Ud. Juego de 3 empalmes ELASPEED para conductor de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección y tensión de aislamiento 12/20 KV, terminado.

Medición	Precio €	Importe €
6	1.238,00	7.428,00

**Total importe material eléctrico: 72.590,28 €**

### CAPÍTULO 3: VARIOS

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 80 de 114	

- PA Instalación y conexión de grupo electrógeno de potencia adecuada para suministro de energía eléctrica a líneas eléctricas de baja tensión que parten de centro de transformación durante el tiempo necesario de duración de la maniobra de instalación de la apartamentada de media tensión, totalmente acabado, en servicio y reconexión de líneas eléctricas de baja tensión a la apartamentada de baja tensión existente en el centro de transformación.

Medición	Precio €	Importe €
2	5.250,00	10.500,00

- PA Medición y comprobación de fugas de corriente y puesta a tierra de líneas subterráneas de alta tensión.

Medición	Precio €	Importe €
1	750,00	750,00

**Total importe varios: 11.250,00 €**

## 2. TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.

PRESUPUESTO TOTAL	
CONCEPTO	IMPORTE PARCIAL (€)
1. OBRA CIVIL	64.915,24
2. MATERIAL ELÉCTRICO	72.590,28
3. VARIOS	11.250,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (€)</b>	<b>148.755,52</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la referida cantidad de CIENTO CUARENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS (148.755,52 €).

## 3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	148.755,52 €
Gastos Generales (6%):	8.925,33 €
Beneficio Industrial (14%):	20.825,77 €
TOTAL PRESUPUESTO	178.506,62 €
I.V.A. (21%):	37.486,39 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>215.993,01 €</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 81 de 114

**Asciende el presente Presupuesto de Ejecución por Contrata a la referida cantidad de DOSCIENTOS QUINCE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON UN CÉNTIMO (215.993,01 €).**

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

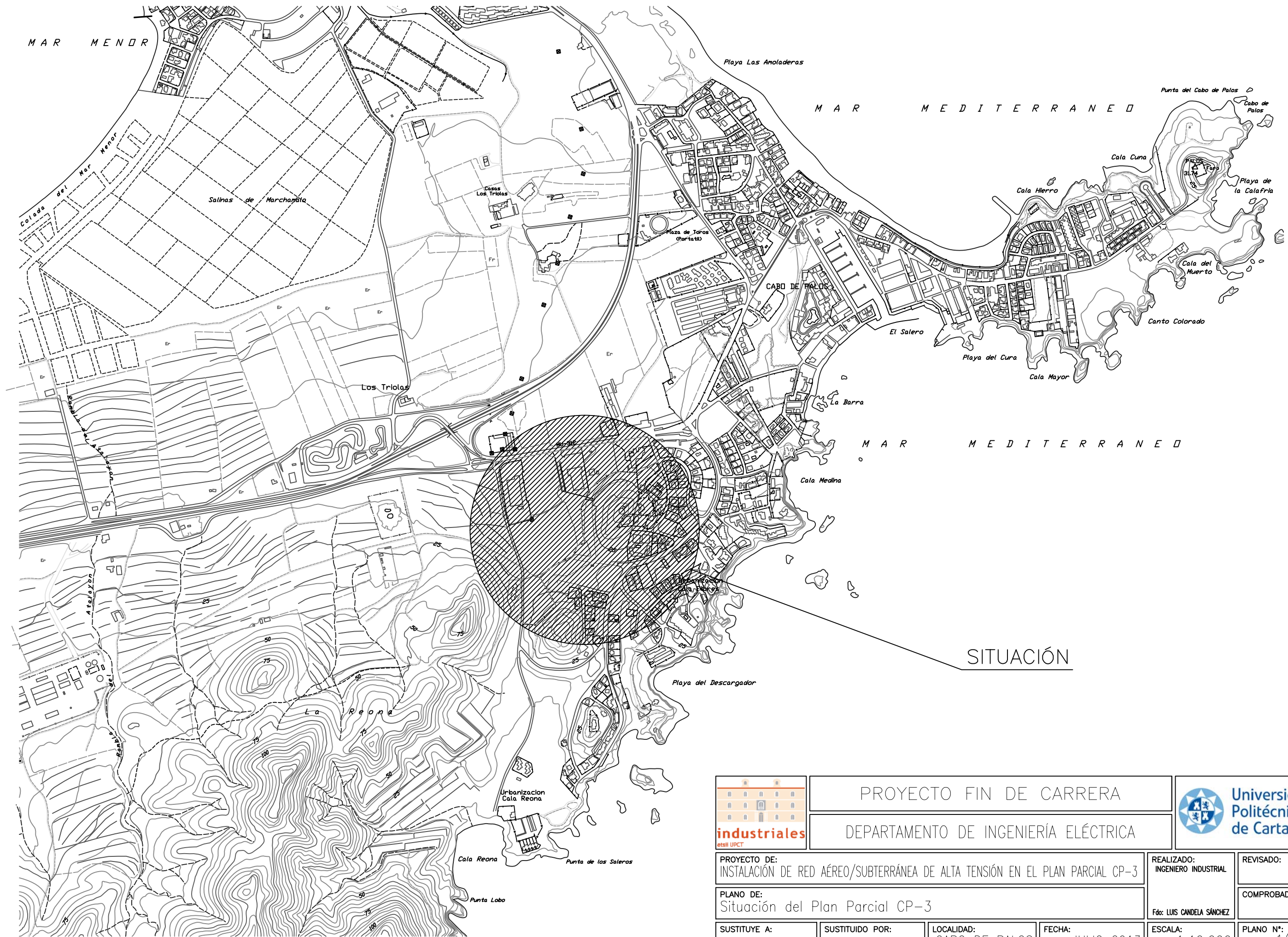
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 82 de 114

## PLANOS

### LISTADO DE PLANOS.

1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL CP-3.
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.
3. TENDIDO EXISTENTE DE LA RED DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3.
4. TENDIDO PROYECTADO PARA LA RED DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3.
5. DETALLE DE ZANJAS.
6. CONEXIÓN EN EL INTERIOR DEL CENTRO DE TRANSFORMACION DEL CONDUCTOR DE ALTA TENSIÓN Y SU PUESTA A TIERRA
7. DETALLE DEL ENTRONQUE AÉREO / SUBTERRÁNEO.
8. PUESTA A TIERRA DEL APOYO.
9. DETALLE DE LA CADENA DE AISLADORES.
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.





SITUACIÓN



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Situación del Plan Parcial CP-3

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:10.000

PLANO N°:  
1(R0)





PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Emplazamiento del Plan Parcial CP-3

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

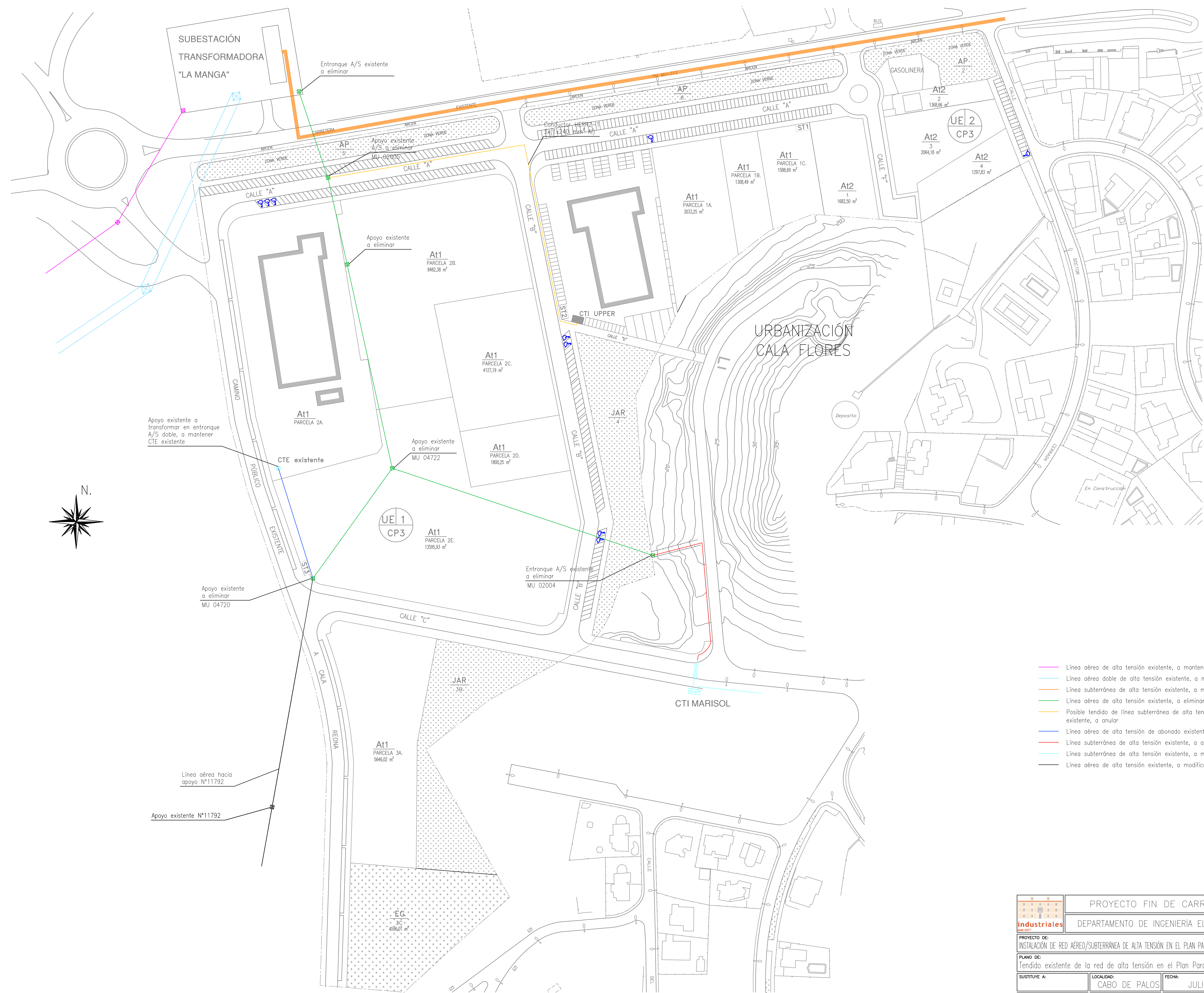
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:2.500

PLANO N°:  
2(R0)

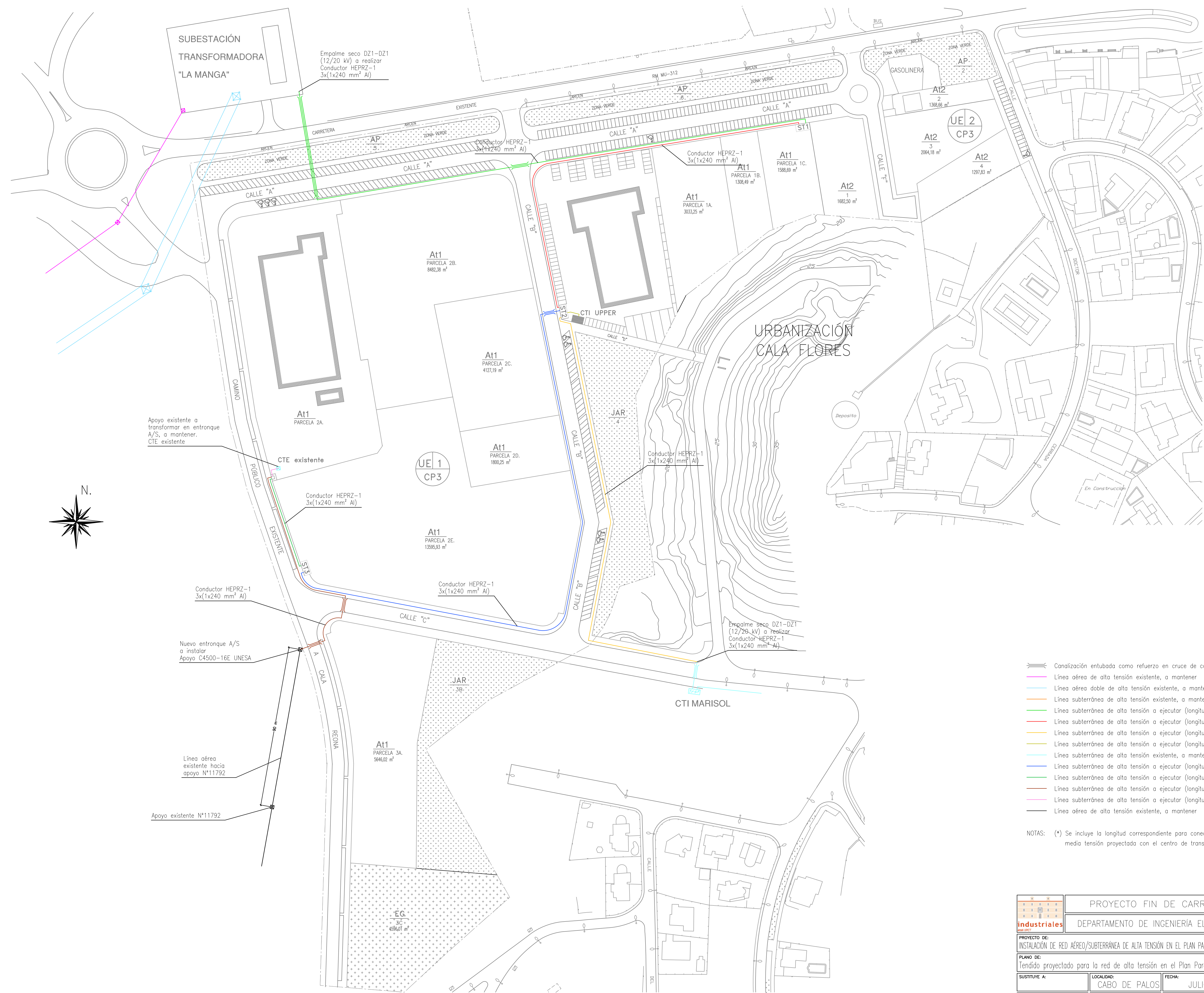




- Línea aérea de alta tensión existente, a mantener
- Línea aérea doble de alta tensión existente, a mantener
- Línea subterránea de alta tensión existente, a mantener
- Línea aérea de alta tensión existente, a eliminar
- Posible tendido de línea subterránea de alta tensión de abonado existente, a anular
- Línea aérea de alta tensión de abonado existente, a eliminar
- Línea subterránea de alta tensión existente, a anular
- Línea subterránea de alta tensión existente, a mantener
- Línea aérea de alta tensión existente, a modificar

PROYECTO FIN DE CARRERA		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA		Realizado por:  Universidad Politécnica de Cartagena	
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED AÉREA/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3		REALIZADO: EL INGENIERO INDUSTRIAL		Fdo.: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	
PLANO DE: Tendido existente de la red de alta tensión en el Plan Parcial CP-3		PLANO N°:		REVISADO:	
SUSTITUYE A:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	3(RO)		COMPROBADO:
SUSTITUIDO POR:	N° DE ORDEN:	ESCALA: 1:1.000			





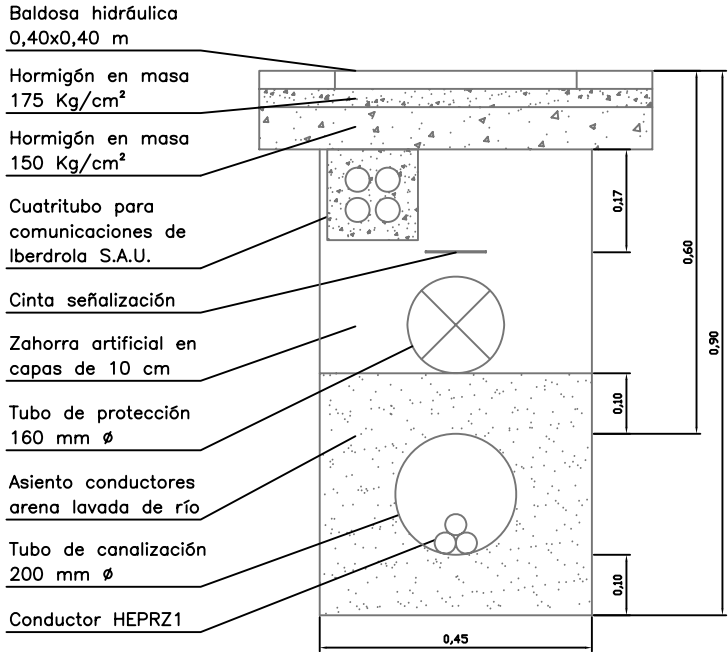
- Canalización entubada como refuerzo en cruce de calzada (tubo PVC bicapa 200 mm Ø)
- Línea aérea de alta tensión existente, a mantener
- Línea aérea doble de alta tensión existente, a mantener
- Línea subterránea de alta tensión existente, a mantener
- Línea subterránea de alta tensión a ejecutar (longitud 480 m)
- Línea subterránea de alta tensión a ejecutar (longitud 270 m)
- Línea subterránea de alta tensión a ejecutar (longitud 310\* m)
- Línea subterránea de alta tensión a ejecutar (longitud 25 m)
- Línea subterránea de alta tensión existente, a mantener
- Línea subterránea de alta tensión a ejecutar (longitud 400 m)
- Línea subterránea de alta tensión a ejecutar (longitud 70 m)
- Línea subterránea de alta tensión a ejecutar (longitud 180 m)
- Línea subterránea de alta tensión a ejecutar (longitud 30 m)
- Línea aérea de alta tensión existente, a mantener

NOTAS: (\*) Se incluye la longitud correspondiente para conectar la nueva línea subterránea de media tensión proyectada con el centro de transformación MARISOL existente.

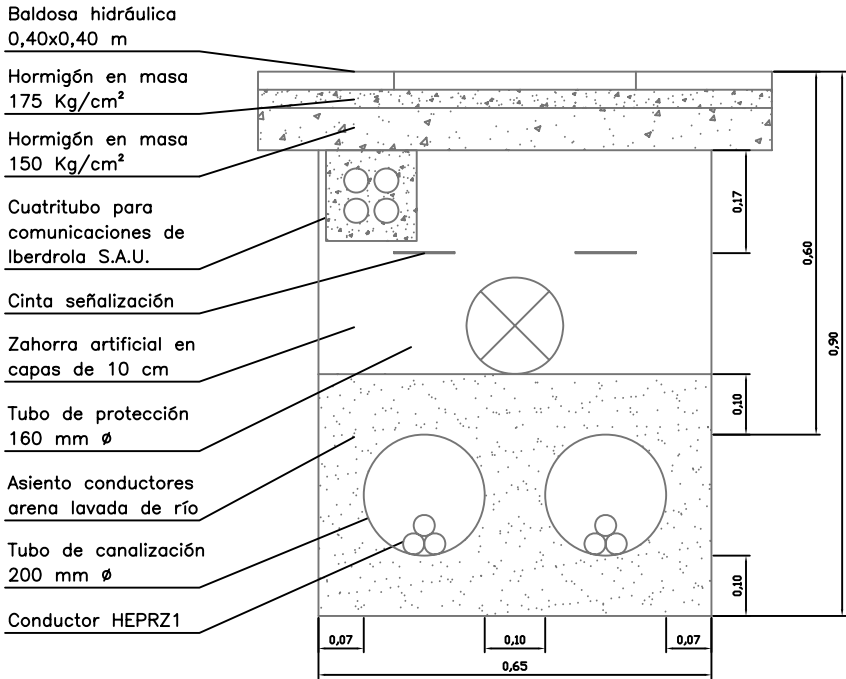
PROYECTO FIN DE CARRERA		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA		Universidad Politécnica de Cartagena	
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED AÉREA/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3		REALIZADO: EL INGENIERO INDUSTRIAL		Fdo.: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	
PLANO DE: Tendido proyectado para la red de alta tensión en el Plan Parcial CP-3		PLANO N°:		REVISADO:	
SUSTITUYE A:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	4(RO)		COMPROBADO:
SUSTITUIDO POR:	N° DE ORDEN:	ESCALA: 1:1.000			



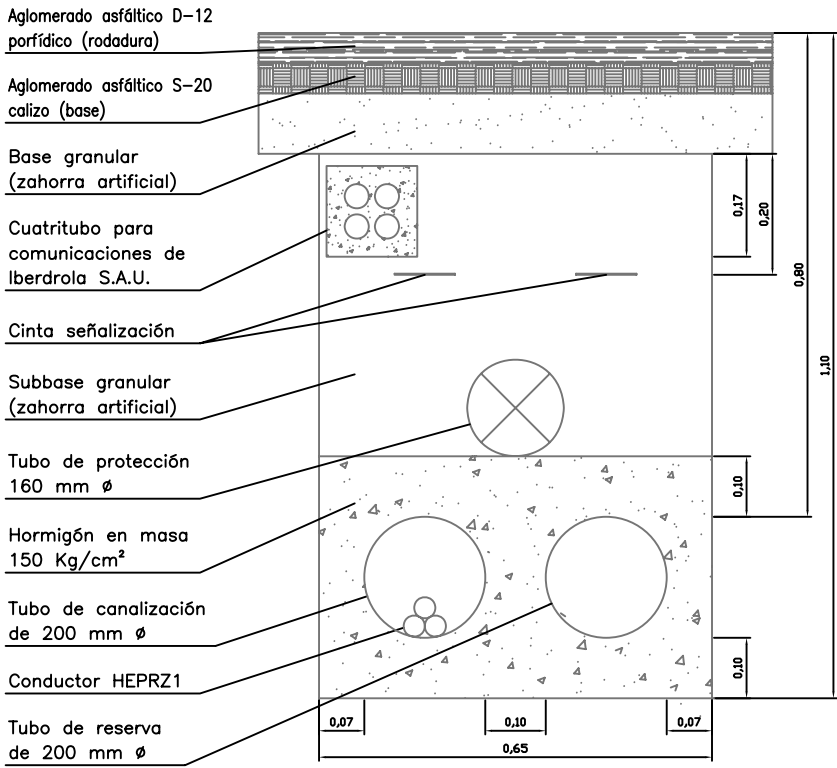
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN ACERA  
(1 LÍNEA AT)



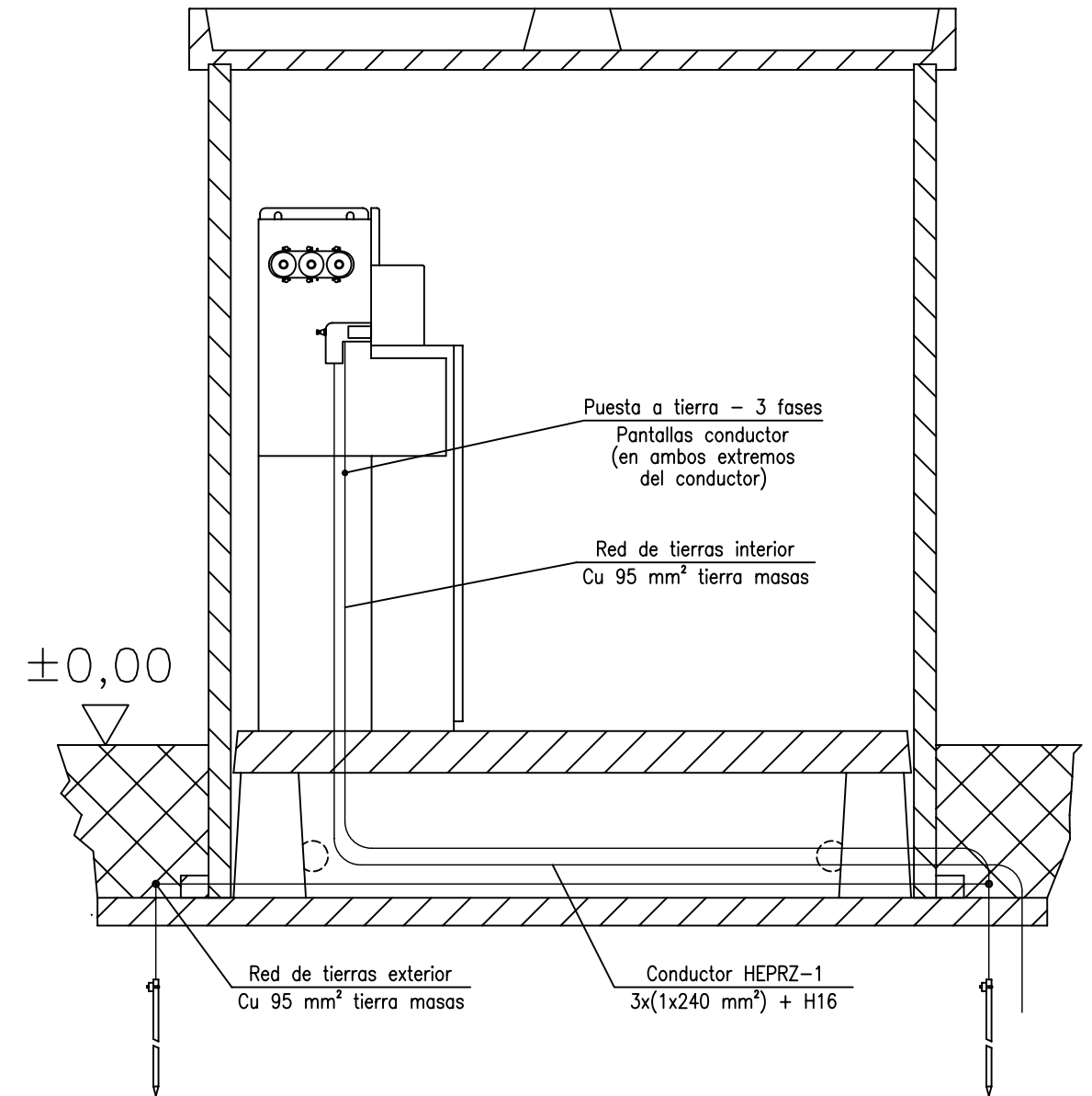
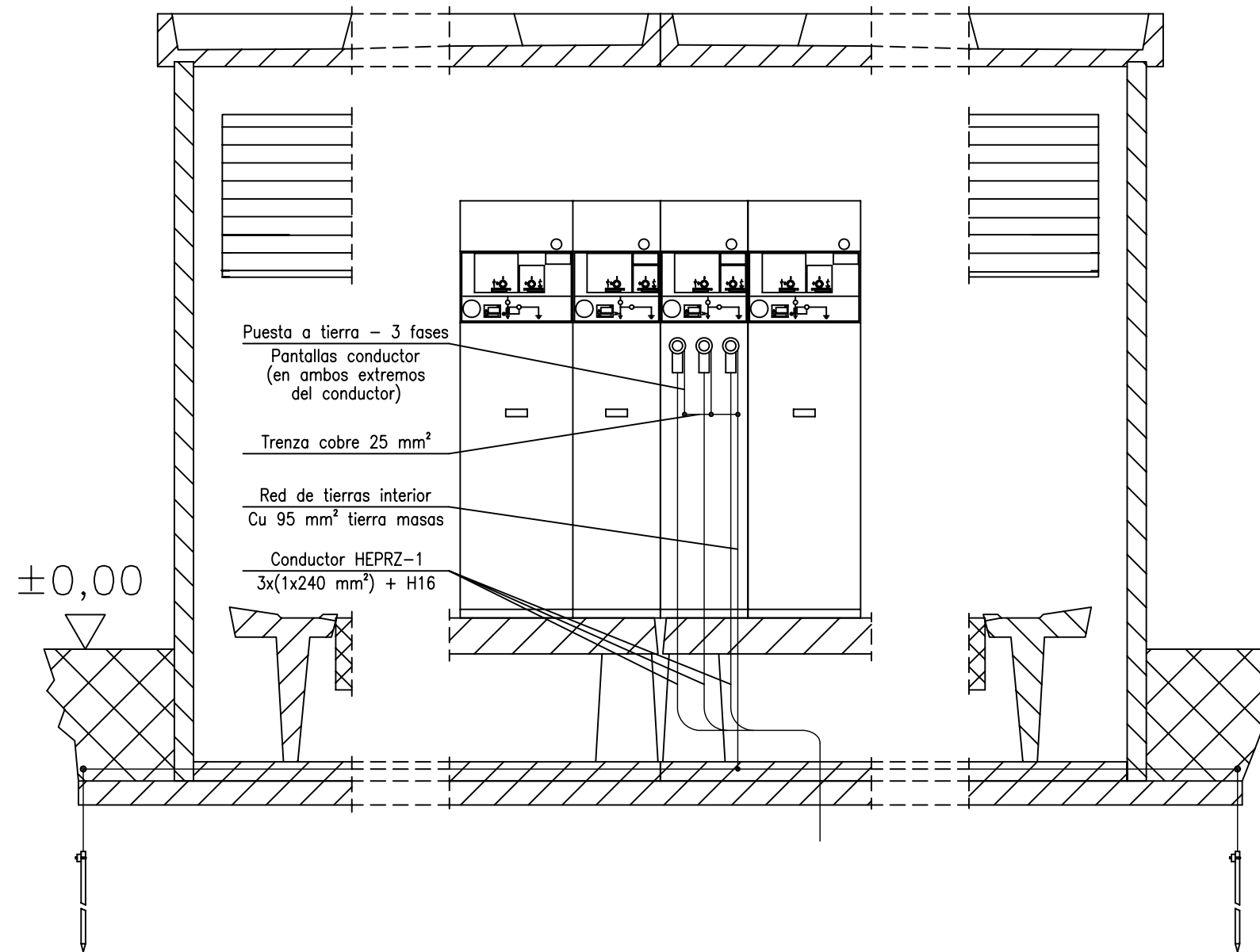
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN ACERA  
(2 LÍNEAS AT)





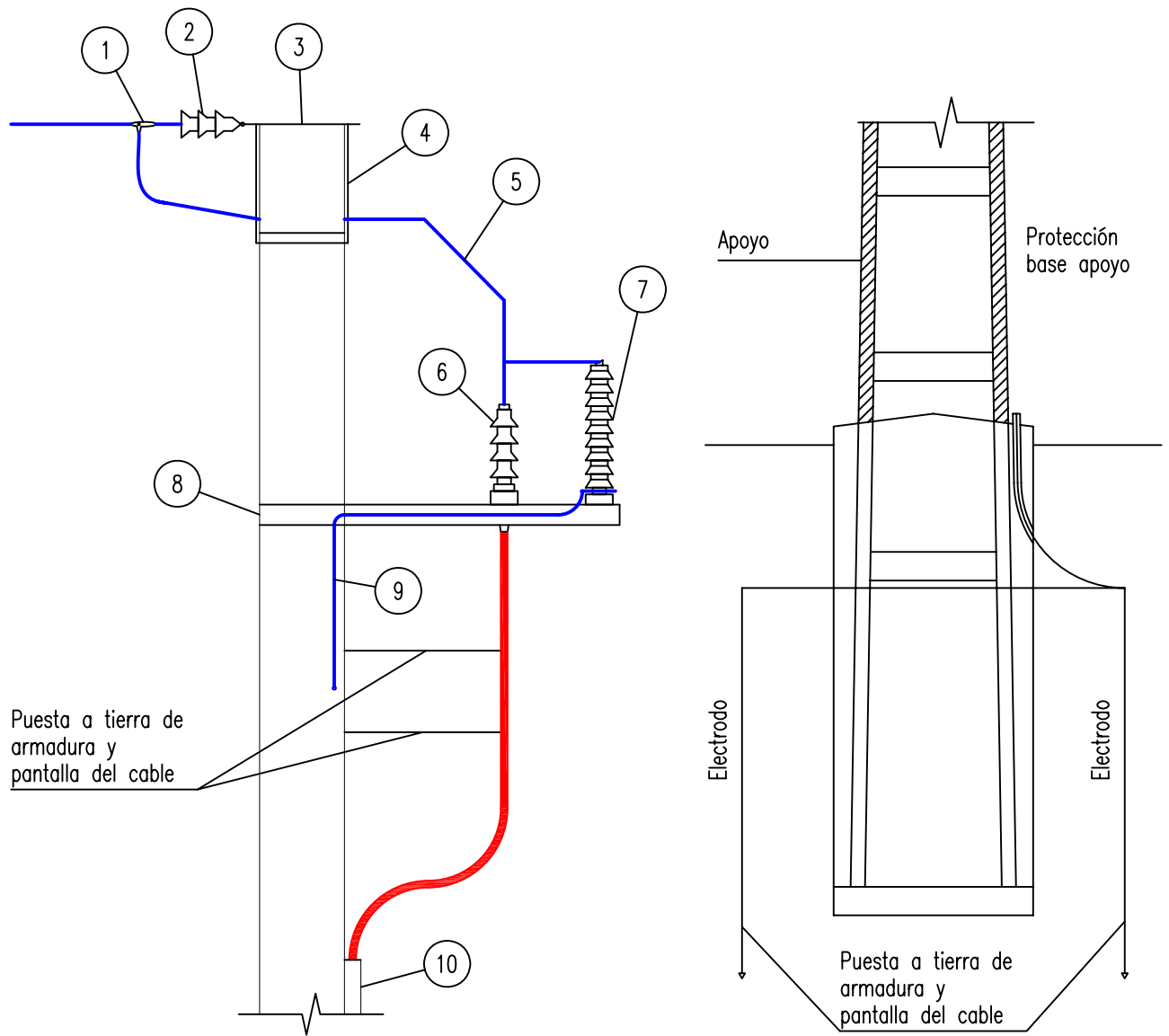
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN CRUCE  
DE CALZADA (1 LÍNEA AT)



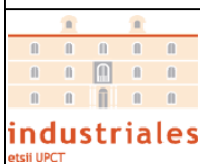
	PROYECTO FIN DE CARRERA		
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA		
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3		REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL	REVISADO:
PLANO DE: Detalle de zanjas		Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	COMPROBADO:
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013
		ESCALA: S/E	PLANO N°: 5(R0)



	PROYECTO FIN DE CARRERA			<b>Universidad Politécnica de Cartagena</b>
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA			
<b>PROYECTO DE:</b> INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3			<b>REALIZADO:</b> INGENIERO INDUSTRIAL	<b>REVISADO:</b>
<b>PLANO DE:</b> Conexión en el interior del centro de transformación del conductor de alta tensión y su puesta a tierra			Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	<b>COMPROBADO:</b>
<b>SUSTITUYE A:</b>	<b>SUSTITUIDO POR:</b>	<b>LOCALIDAD:</b> CABO DE PALOS	<b>FECHA:</b> JULIO 2013	<b>ESCALA:</b> 1:25
				<b>PLANO N°:</b> 6(R0)



MARCA	DENOMINACIÓN	CANT.
1	Grapa de anclaje (según conductor)	3
2	Aislador de vidrio	9
3	Cruceta RC2-15/5	1
4	Seccionador unipolar	3
5	Cable de cobre	5 Kg
6	Terminales unipolares cable HEPRZ1	3
7	Pararrayos 24 KV	3
8	Soporte para terminales y pararrayos	1
9	Puesta a tierra de autoválvulas	14-M
10	Tubo protector de acero galvanizado	1
11	Apoyo C-4500-16E UNESA	1



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle del entronque aéreo/subterráneo

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

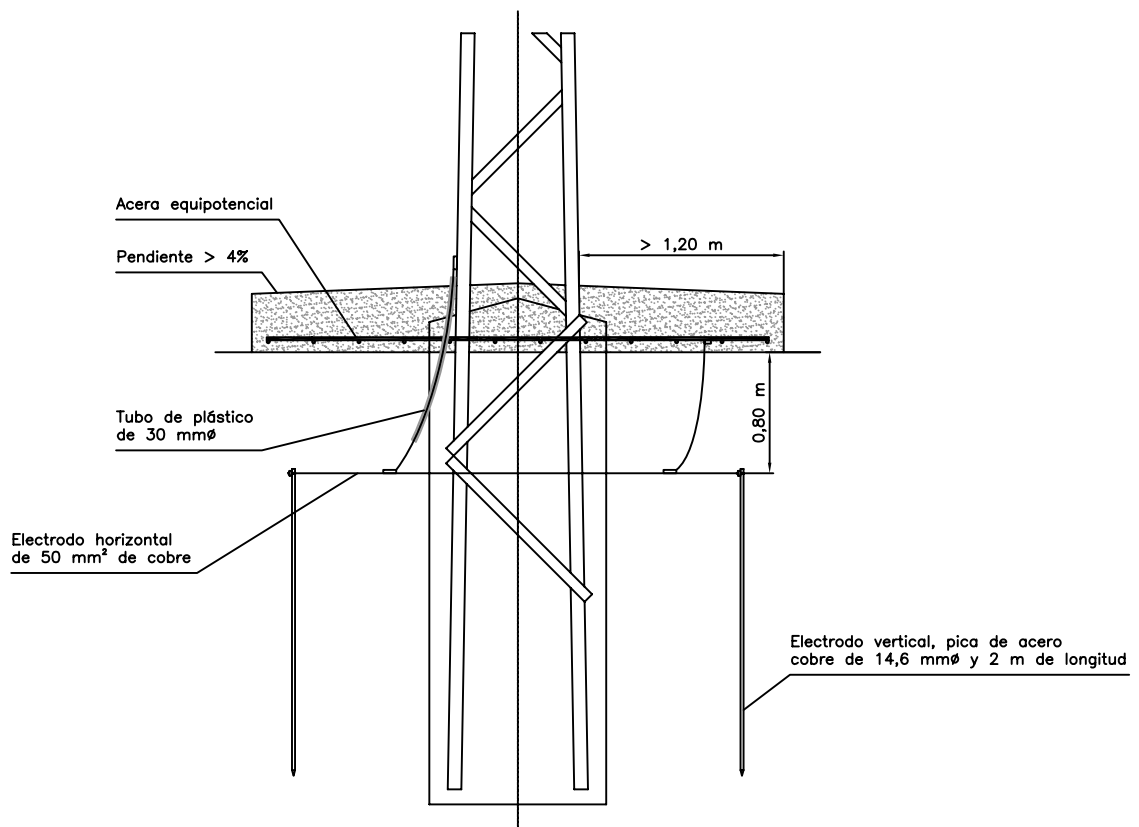
SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

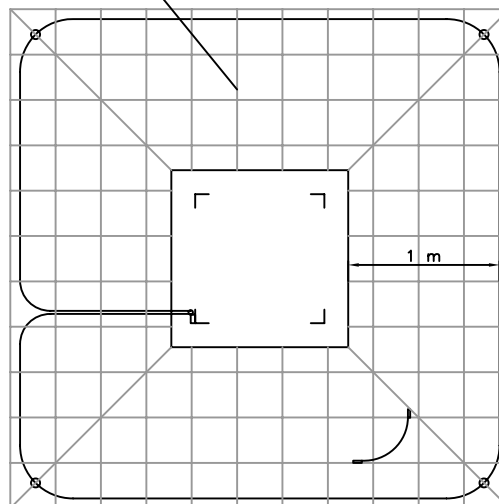
FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
7(R0)



Mallazo 30x30 cm. máximo, formado por redondo de 4 mmØ como mínimo



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Puesta a tierra del apoyo

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

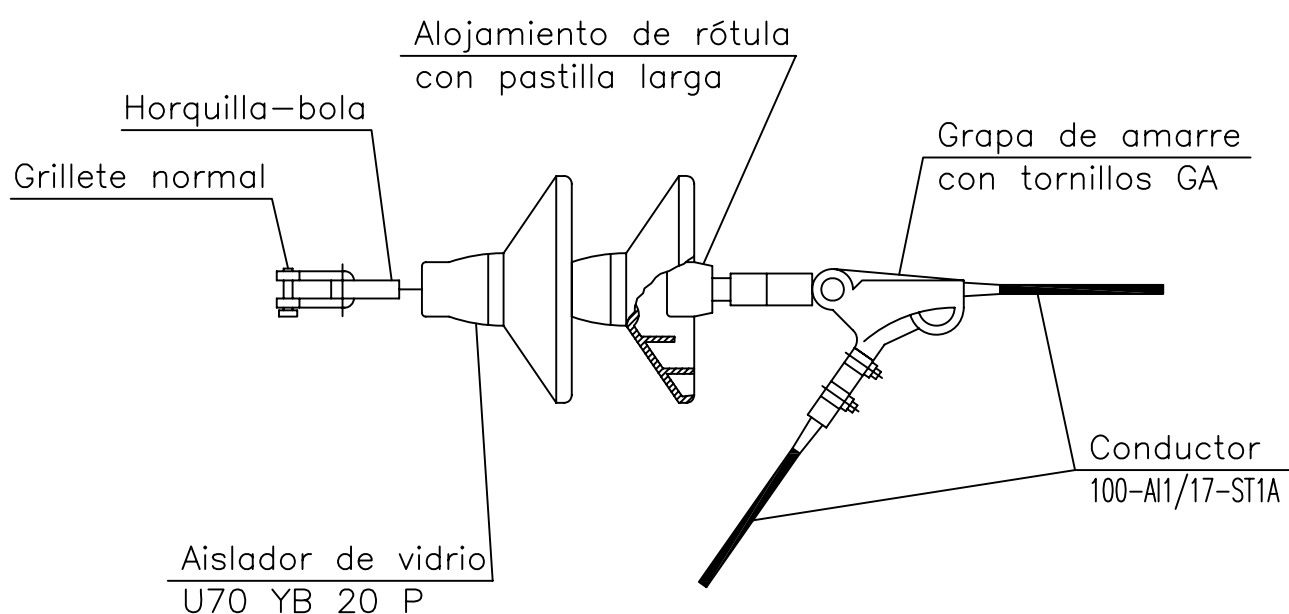
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:50

PLANO N°:  
8(R0)

# CADENA DE AISLADORES EN AMARRE



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de la cadena de aisladores

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

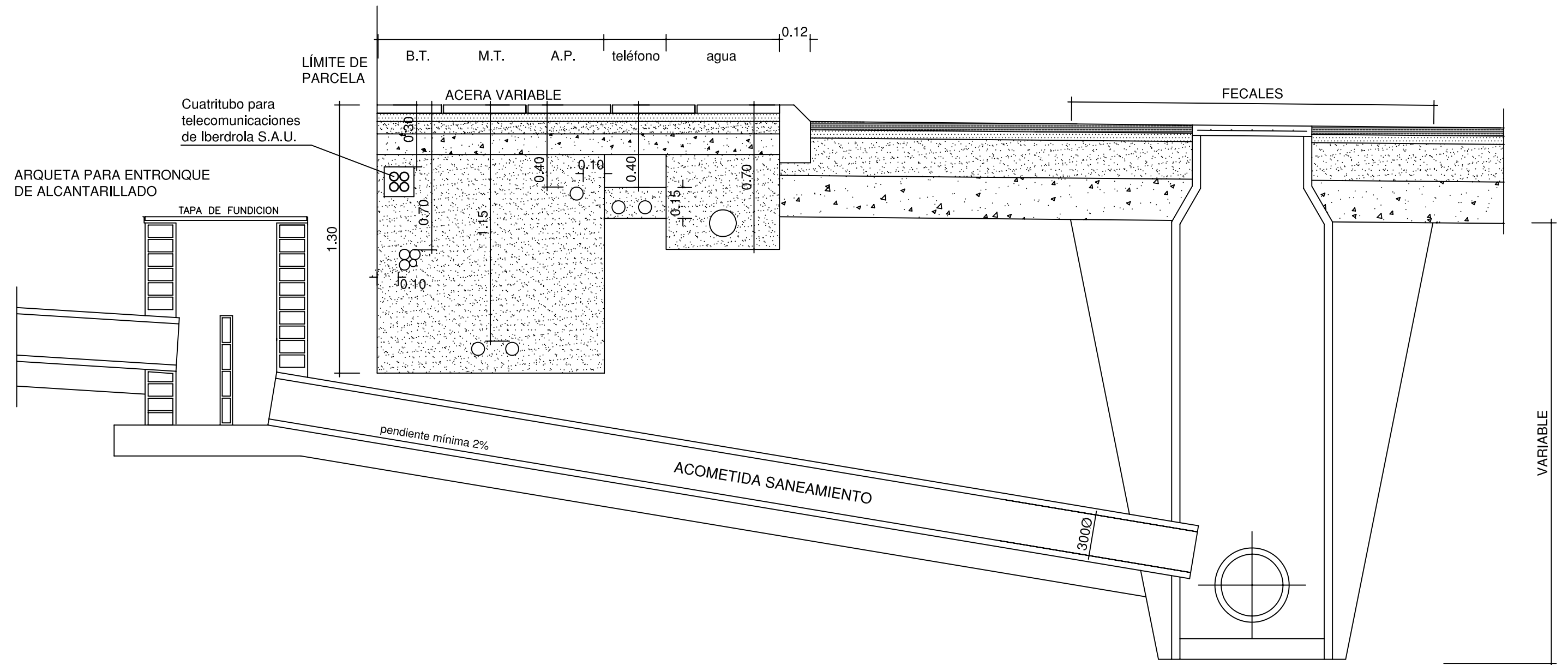
SUSTITUIDO POR:



LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
9(R0)



	PROYECTO FIN DE CARRERA			Universidad Politécnica de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA Tensión EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL		REVISADO:
PLANO DE: Coordinación de servicios			Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ		COMPROBADO:
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: S/E	PLANO N°: 10(R0)



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 93 de 114

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

#### **1.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### **1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.**

##### **1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

##### **1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.**

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 94 de 114

- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### 1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 95 de 114

- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### **1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.**

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### **1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### **1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.**

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 96 de 114

incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### **1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.**

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### **1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.**

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### **1.2.10. DOCUMENTACIÓN.**

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### **1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### **1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.**

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### **1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 97 de 114

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### **1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.**

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### **1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.**

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### **1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.**

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### **1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

#### **1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 98 de 114

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

### **1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

### **1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

#### **1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

#### **1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.**

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### **1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 99 de 114

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

### **2.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico,



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 100 de 114

presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

### **3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### **3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 101 de 114

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

### **3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 102 de 114

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

### **3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### **3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 103 de 114

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

### **3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincar, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 104 de 114

encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los piones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### **3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilera,

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 105 de 114

se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

### **4.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Red de distribución en Media Tensión se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### **4.2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

#### **4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

Los Oficios más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 106 de 114

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica.
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.



<p>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</p>	Revisión 0
	Julio 2013
<p><b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b></p>	Pág. 107 de 114

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador,

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 108 de 114

interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### **4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.**

##### **4.2.3.1. Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.**

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m, se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 109 de 114

- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### **4.2.3.2. Relleno de tierras.**

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### **4.2.3.3. Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.**

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenos o vigas.

#### **4.2.3.4. Trabajos de manipulación del hormigón.**

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 110 de 114

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonés, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

#### **4.2.3.5. Montaje de elementos metálicos.**

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### **4.2.3.6. Montaje de prefabricados.**

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm, de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm, sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### **4.2.3.7. Albañilería.**

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

#### **4.2.3.8. Pintura y barnizados.**

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 111 de 114

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

#### **4.2.3.9. Instalación eléctrica provisional de obra.**

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 112 de 114

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### **4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

### **5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

#### **5.1. INTRODUCCIÓN.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 113 de 114

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

## **5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

### **5.2.1. PROTECCIONES DE LA CABEZA.**

- Cascos de seguridad, no metálicos, aislados para media tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

### **5.2.2. PROTECCIONES DE MANOS Y BRAZOS**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para MT.
- Guantes antivibratorios, para tareas de compactación de material seleccionado y zahorras.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

### **5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para MT.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

### **5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de MT.



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO/SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 114 de 114

- Banqueta aislante para maniobra de MT.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

### **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

#### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### **PROYECTO FIN DE CARRERA**



### **INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3**

Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Alumno: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. i de x

## ÍNDICE

### **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

	Pág.
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
1. OBJETO DEL PROYECTO.	1
2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN; AL INICIO Y AL FINAL.	1
2.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.	1
2.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.	1
3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN.	1
4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.	2
5. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.	2
6. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA INSTALADA.	3
6.1. VIAL A (aparcamiento).	3
6.2. VIAL B.	4
6.2.1. VIAL B-1 (sin banda de aparcamiento).	4
6.2.2. VIAL B-2 (con banda de aparcamiento).	4
6.3. VIAL C.	5
6.4. VIAL D (peatonal).	5
6.5. VIAL E (carretera a Cala Reona).	5
6.6. VIAL F (glorieta).	6
6.7. VIAL G (calle con fondo de saco).	7
6.8. VIAL H (calle Doctor Cerrada).	7
6.9. VIAL I (espacio libre).	8
7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA URBANIZACIÓN.	8
8. CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS Y DE IMPLANTACIÓN.	9
8.1. NIVEL DE ILUMINACIÓN.	9
8.2. DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE LUZ, FACTOR DE UNIFORMIDAD.	11
8.3. ALTURA DE LA INSTALACIÓN. DISPOSICIÓN.	11
9. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES.	11
9.1. LUMINARIAS.	11

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. ii de x

	Pág.
9.2. EQUIPOS DE ENCENDIDO.	12
9.3. LÁMPARAS.	12
9.4. COLUMNAS.	12
9.5. CONDUCTORES.	13
9.6. CAJAS DE CONEXIÓN Y DERIVACIÓN.	15
9.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.	15
9.7.1. SISTEMA DE INSTALACIÓN ESCOGIDA.	15
9.7.2. TOMAS DE TIERRA.	16
9.8. CENTROS DE MANDO. DESCRIPCIÓN.	16
9.9. ACOMETIDAS.	17
9.10. PROTECCIONES.	17
9.11. EQUIPOS DE MEDIDA Y CGP.	17
9.11.1. EQUIPOS DE MEDIDA.	17
9.11.1.1. Características.	17
9.11.1.2. Situación.	18
9.11.1.3. Descripción del recinto.	18
9.11.2. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.	18
10. <i>OBRA CIVIL.</i>	18
10.1. ARQUETAS.	18
10.2. BASAMENTOS.	19
10.3. TUBOS PROTECTORES.	19
10.4. ZANJAS.	19
11. <i>RED DE ALIMENTACIÓN.</i>	20
11.1. CONDICIONES DE CÁLCULO.	20
11.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.	20
11.3. RESUMEN DE UNIDADES LUMINOTÉCNICAS Y POTENCIAS DE CÁLCULO.	20
12. <i>PRESUPUESTO GENERAL</i>	21
13. <i>CONCLUSIÓN.</i>	21
 <b>ANEXO Nº1: INICIO DE LAS OBRAS</b>	 <b>22</b>
 <b>ANEXO Nº2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS</b>	 <b>23</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. iii de x

## **DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

	Pág.
1. <i>CÁLCULOS ELÉCTRICOS.</i>	34
1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA.	34
1.2. CÁLCULO DE LÍNEAS Y CIRCUITOS.	34
1.2.1. INTENSIDADES.	35
1.2.2. CAÍDAS DE TENSIÓN.	36
1.3. TABLAS Y RESULTADO DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS.	36
1.3.1. CIRCUITO 1.	36
1.3.1.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 1.	36
1.3.1.2. Esquema eléctrico del Circuito 1.	36
1.3.2. CIRCUITO 2.	36
1.3.2.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 2.	36
1.3.2.2. Esquema eléctrico del Circuito 2.	37
1.3.3. CIRCUITO 3.	37
1.3.3.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 3.	37
1.3.3.2. Esquema eléctrico del Circuito 3.	37
1.3.4. CIRCUITO 4.	38
1.3.4.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 4.	38
1.3.4.2. Esquema eléctrico del Circuito 4.	38
1.3.5. CIRCUITO 5.	38
1.3.5.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 5.	38
1.3.5.2. Esquema eléctrico del Circuito 5.	38
1.3.6. CIRCUITO 6.	39
1.3.6.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 6.	39
1.3.6.2. Esquema eléctrico del Circuito 6.	39
2. <i>CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.</i>	39
2.1. TABLAS Y RESULTADO DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.	39
AP_D2_Calculos_Vial-A.lpf	1/24
AP_D2_Calculos_Vial-B1.lpf	1/16
AP_D2_Calculos_Vial-B2.lpf	1/19
AP_D2_Calculos_Vial-C.lpf	1/18
AP_D2_Calculos_Vial-D.lpf	1/11
AP_D2_Calculos_Vial-E_Cala-Reona.lpf	1/26

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. iv de x

	Pág.
AP_D2_Calculos_Vial-F_Glorieta.lpf	1/31
AP_D2_Calculos_Vial-G.lpf	1/38
AP_D2_Calculos_Vial-H_Dr-Cerrada.lpf	1/31
AP_D2_Calculos_Vial-I_ZonaVerde.lpf	1/11
2.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR PÚBLICO.	265
2.2.1. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR PÚBLICO.	265
2.2.1.1. Eficiencia energética de la instalación de alumbrado vial funcional.	265
2.2.1.2. Eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a aparcamiento.	265
2.2.1.3. Eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a viario peatonal.	265
2.2.2. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.	266
2.2.2.1. Requisitos mínimos de eficiencia energética de la instalación de alumbrado vial funcional.	266
2.2.2.2. Requisitos mínimos de eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a aparcamiento.	266
2.2.2.3. Requisitos mínimos de eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a viario peatonal.	267
2.2.3. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.	267
2.2.3.1. Calificación energética de la instalación de alumbrado vial funcional.	268
2.2.3.2. Calificación energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a aparcamiento.	268
2.2.3.3. Calificación energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a viario peatonal.	268
2.2.4. Calificación energética de la instalación de alumbrado público.	269

### **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES**

	Pág.
1. GENERALIDADES.	270
1.1. PLAN DE OBRAS.	270
1.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.	270
1.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.	270
1.4. PLAZO DE GARANTÍA.	270



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. v de x

	Pág.
1.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.	270
1.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.	270
1.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.	270
1.8. JORNALES MÍNIMOS.	271
1.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.	271
1.10. DISPOSICIÓN FINAL.	271
2. <i>CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN.</i>	271
2.1. CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES.	272
2.1.1. CONDUCTORES ELÉCTRICOS.	272
2.1.2. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.	272
2.1.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.	273
2.1.4. TUBOS DE PROTECCIÓN.	273
2.1.5. TENDIDO DE CABLES.	274
2.1.6. EMPALMES Y DERIVACIONES.	274
2.1.7. ACOMETIDA A LOS PUNTOS DE LUZ.	275
2.2. ACCESORIOS.	275
2.2.1. APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA.	275
2.2.1.1. Interruptor de tiempo.	275
2.2.1.2. Interruptor de control remoto.	276
2.2.2. APARATOS DE PROTECCIÓN.	276
2.2.3. BÁCULOS Y COLUMNAS.	276
2.2.3.1. Transporte.	277
2.2.3.2. Colocación.	277
2.2.4. OTROS SOPORTES Y HERRAJES.	277
2.2.4.1. Instalación de brazos.	278
2.2.5. LUMINARIAS.	278
2.2.5.1. Montaje de las luminarias sobre los brazos.	279
2.2.6. LÁMPARAS.	279
2.2.7. PORTALÁMPARAS.	279
2.2.8. EQUIPOS AUXILIARES DE ENCENDIDO. REACTANCIAS Y CONDENSADORES.	279
2.2.9. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.	280
2.3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO. MEDIDAS ELÉCTRICAS.	280
2.3.1. CONTROL PREVIO DE LOS MATERIALES.	281
2.3.2. COMPROBACIÓN DE LOS MATERIALES.	281



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. vi de x

	Pág.
2.3.2.1. Lámparas.	281
2.3.2.2. Reactancias.	282
2.3.2.3. Condensadores.	282
2.3.2.4. Luminarias.	282
2.3.2.5. Soportes.	283
2.3.2.6. Cables.	283
2.3.2.7. Aparatos de protección e interruptores.	283
2.4. OBRA CIVIL.	286
2.4.1. ZANJAS.	286
2.4.2. ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.	286
2.4.3. COLOCACIÓN DE LOS TUBOS.	286
2.4.4. ARQUETAS.	287
2.4.5. CIMENTACIONES.	287
2.4.6. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC CON CANALIZACIONES O CALZADAS.	288
2.4.6.1. Cruzamientos.	288
2.4.6.2. Proximidades y paralelismos.	289
2.5. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO.	289
3. <i>NORMAS GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</i>	290
3.1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.	290
3.2. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.	291
3.2.1. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	291
3.2.2. SEGURIDAD PÚBLICA.	292
3.3. LIBRO DE ÓRDENES.	292
3.4. LIBRO DE MANTENIMIENTO.	292
3.5. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.	292
3.5.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.	292
3.5.2. MATERIAL ELÉCTRICO.	293
3.5.3. MAQUINARIA.	293
3.5.4. PARTIDAS ALZADAS.	293
3.5.5. MEDIOS AUXILIARES.	293
3.6. CONDICIONES FACULTATIVAS.	293

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. vii de x

### **DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO**

	Pág.
1. <i>PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.</i>	294
2. <i>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.</i>	299
3. <i>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.</i>	299

### **DOCUMENTO N°5: PLANOS**

	Pág.
<b>LISTADO DE PLANOS</b>	<b>301</b>
1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.	1 (R0)
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.	2 (R0)
3. TENDIDO DE LA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.	3 (R0)
4. DETALLE DE ZANJAS DE LA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.	4 (R0)
5. DETALLE DE PUESTA A TIERRA.	5 (R0)
6. ESQUEMA DE MANDO.	6 (R0)
7. ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS DE ENCENDIDO DE LAS LÁMPARAS.	7 (R0)
8. DETALLES DE COLUMNAS Y BASAMENTOS.	8 (R0)
9. ARMARIO PARA CENTRO DE MANDO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN ACERO INOXIDABLE PARA 3, 4 O 5 CIRCUITOS.	9 (R0)
10. DETALLE DE LUMINARIAS.	10 (R0)
11. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.	11 (R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. viii de x

## **DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

	Pág.
1. <i>PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.</i>	313
1.1. INTRODUCCION.	313
1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.	313
1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.	313
1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.	313
1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.	314
1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.	315
1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.	315
1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.	315
1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.	315
1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.	316
1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.	316
1.2.10. DOCUMENTACIÓN.	316
1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.	316
1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.	316
1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.	316
1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.	317
1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.	317
1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.	317
1.3. SERVICIOS DE PREVENCION.	317
1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.	317
1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.	318
1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.	318
1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.	318
1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.	318
1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.	318
2. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.</i>	319
2.1. INTRODUCCION.	319

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. ix de x

	Pág.
2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.	319
3. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.</i>	320
3.1. INTRODUCCION.	320
3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.	320
3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.	321
3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.	322
3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.	322
3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.	323
3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.	324
4. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.</i>	325
4.1. INTRODUCCIÓN.	325
4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	325
4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.	325
4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.	326
4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.	328
4.2.3.1. Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.	328
4.2.3.2. Relleno de tierras.	329
4.2.3.3. Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.	329
4.2.3.4. Trabajos de manipulación del hormigón.	329
4.2.3.5. Montaje de elementos metálicos.	330
4.2.3.6. Montaje de prefabricados.	330
4.2.3.7. Albañilería.	330
4.2.3.8. Pintura y barnizados.	330
4.2.3.9. Instalación eléctrica provisional de obra.	331
4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.	332
5. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.</i>	332

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. x de x

	Pág.
5.1. INTRODUCCION.	332
5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.	333
5.2.1. PROTECCIONES DE LA CABEZA.	333
5.2.2. PROTECCIONES DE MANOS Y BRAZOS.	333
5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.	333
5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.	333

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 1 de 334

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1. OBJETO DEL PROYECTO.**

Por orden del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena se ordena la redacción del presente proyecto, con el fin de definir las características y obras necesarias para dotar el Plan Parcial CP-3 de Cabo de Palos, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO), de alumbrado público en los viales que han de pasar a titularidad municipal y que se han de ejecutar tanto desde el punto de vista del tráfico rodado como de seguridad del peatón.

Así mismo, se pretende obtener de los Organismos competentes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la aprobación del mismo y las correspondientes licencias administrativas y autorizaciones para la puesta en marcha de la instalación que se relaciona.

El objeto del presente proyecto es describir, definir las condiciones técnicas y legales que han de cumplirse así como las de seguridad tanto de las instalaciones como del personal que las ejecutará, definiendo las instalaciones de alumbrado y de su correspondiente red de baja tensión.

En la redacción del mismo se han tenido en cuenta las disposiciones de aplicación en este tipo de instalaciones eléctricas, basándonos en el vigente *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión* (RD 842/2002, de 2 de agosto).

En cuanto a los niveles, cálculos y condiciones de iluminación se han tenido en cuenta las normas que marca el *Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior* (RD 1890/2008, de 14 de noviembre) así como las editadas por la Gerencia de Urbanización del MOPU.

### **2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN; AL INICIO Y AL FINAL.**

#### **2.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.**

El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

#### **2.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.**

Para la instalación de alumbrado exterior público, el titular al final será el EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CARTAGENA, con CIF nº P-3.001.600-J y domicilio social en C/ San Miguel, Nº8, CP 30.201, en Cartagena (Murcia).

### **3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN.**

Dado que la infraestructura de la instalación de alumbrado exterior público permitirá iluminar con los niveles reglamentarios la zona de actuación y de garantizar un tránsito vehicular y peatonal entre el ocaso y el alba en condiciones de seguridad, el usuario será el EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CARTAGENA.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 2 de 334

#### **4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.**

En los correspondientes planos de situación y emplazamiento se refleja la ubicación de las obras objeto del proyecto de instalación de alumbrado público del Plan Parcial CP-3 de Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO).

#### **5. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.**

Para la redacción del presente Proyecto se han tenido en cuenta las Normativas y Reglamentaciones que a continuación se enumeran, debiendo ajustarse a ellas, tanto durante el montaje y la instalación de la actividad, como el posterior funcionamiento:

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Recomendaciones UNESA y normativa particular de Iberdrola Distribución Levante-Sur.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT-01 a ITC BT-51 (BOE N°224).
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, RD 1890/2008, de 14 de noviembre, e Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 (BOE N°279).
- RD 2642/1985 y posteriores, por los que se declaran de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los Candelabros Metálicos.
- RD 2531/1985, por el que se declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos contruidos o fabricados en acero u otros materiales féreos.
- Normas Tecnológicas de la Edificación: “Instalaciones de Electricidad, Alumbrado Exterior”.
- RD 1946/1979 de Presidencia del Gobierno, por el que se adoptan medidas en orden a la reducción del consumo en Alumbrado Público e Iluminaciones Comerciales y Suntuarias.
- Reglamento de Acometidas Eléctricas. Ministerio de Industria y Energía. RD 2949/1982 de 15 de Octubre (BOE nº312 de 29 de diciembre de 1982).
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización del Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER – Red Exterior (BOE de 19 de junio de 1984).
- Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE de 10 de noviembre de 1995).
- RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 3 de 334

- RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- NTE – IEP – 73. Instalaciones de Electricidad. Puesta a tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.

## **6. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA INSTALADA.**

Los viales a iluminar son calles destinadas a la circulación de vehículos y/o peatones que, de acuerdo con las secciones tipo proyectadas, serán necesarios los niveles de iluminación indicados en los apartados siguientes, según la Normativa y Reglamentación vigente.

El grado mínimo de protección en todos los casos será de IP-65.

Los reductores de flujo que se emplearan obligatoriamente, serán del tipo que emite el 100% de luminosidad cuando se dispone de tensión en el hilo de mando.

En cumplimiento de lo previsto en el RD 1946/1979, todos los equipos que se instalen estarán dotados de auxiliares de doble nivel luminoso, de tal forma que a partir de las 23 h o la hora que se determine, pasarán a emitir el 50 – 60% de su luminosidad, sin que se realice apagado parcial.

### **6.1. VIAL A (APARCAMIENTO).**

Vial de 23 metros de anchura, compuesto por acera de 3,00 m, banda de aparcamiento en batería de 5,00 m, calzada de 7,00 m con un carril para cada sentido, banda de aparcamiento en batería de 5,00 m y acera de 3,00 m.

Por existir una amplia zona de aparcamiento, según la tabla 1 de la ITC EA-02 el vial se puede considerar de baja velocidad y por tanto de clase D.

Se encuentra ubicado en un área industrial en el que existen centros comerciales, considerando por ello un flujo de tráfico peatonal normal, conforme con la tabla 4 de la ITC EA-02, con una clase de alumbrado CE4 (iluminancia media mantenida mínima 10 luxes y uniformidad media mínima 0,40 según tabla 9 de la ITC EA-02).

Con las consideraciones anteriores, en el vial se instalarán puntos de luz compuestos por báculo troncocónico (conicidad 12,5‰) de 10 metros de altura, radio de curvatura de 1,5 metros, construido en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 4 mm de espesor y 60 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/B) y luminaria inclinada 4° respecto de la horizontal con equipos

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 4 de 334

adecuados para lámparas de 100 w de VSAP, en disposición bilateral tresbolillo e interdistancia de 30 metros.

La distancia de separación de las dos líneas de puntos de luz previstas será de 7,60 metros, incluyendo el retranqueo de las columnas respecto del borde de la calzada.

## **6.2. VIAL B.**

Por las características con las que el Planeamiento define las parcelas, el vial B es necesario diferenciarlo en dos configuraciones, en función de si dispone o no de banda de aparcamiento.

### **6.2.1. VIAL B-1 (sin banda de aparcamiento).**

Vial de 12 metros de anchura, compuesto por dos aceras de 2,00 m cada una y calzada de 8,00 m con un carril para cada sentido.

El vial objeto de estudio dispone de tráfico rodado y peatonal diferenciado en un área industrial urbana con una velocidad del tráfico rodado no superior a 50 Km/h por lo que según se indica en la tabla 1 de la ITC EA-02 el vial se puede considerar de moderada velocidad y por tanto de clase B.

Se considerará como una vía distribuidora local (tipo B1 conforme a la tabla 3 de la ITC EA-02) con un índice medio diario (IMD) para la intensidad del tráfico < 7.000, con una clase de alumbrado ME4b (luminancia media mínima 0,75 lúmenes que según la tabla 19 de la ITC EA-02 de equivalencias de alumbrado se corresponde con una iluminancia media mantenida mínima 10 luxes y uniformidades global y longitudinal mínimas de 0,40 y 0,50, respectivamente, según tabla 6 de la ITC EA-02).

Con las consideraciones anteriores, en el vial se instalarán puntos de luz compuestos por columna troncocónica (conicidad 12,5‰), construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 4 mm de espesor y 76 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C) de 10 metros de altura y luminaria inclinada 1º respecto de la horizontal con equipos adecuados para lámparas de 100 w de VSAP, en disposición bilateral tresbolillo e interdistancia de 35 metros.

La distancia de separación de las dos líneas de puntos de luz previstas será de 8,60 metros, incluyendo el retranqueo de las columnas respecto del borde de la calzada.

### **6.2.2. VIAL B-2 (con banda de aparcamiento).**

Vial de 18 metros de anchura, compuesto por acera de 2,00 m, calzada de 8,00 m con un carril para cada sentido, banda de aparcamiento en oblicuo de 5,00 m y acera de 3,00 m.

Este vial da continuidad al vial B-1, por lo que las características para su estudio deben coincidir con las de aquél, considerándolo como una vía distribuidora local con las mismas condiciones que en el apartado anterior.

Así, en este vial se instalarán puntos de luz compuestos por columna troncocónica (conicidad 12,5‰), construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 4 mm de espesor y 76 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C) de 10 metros de altura y luminaria inclinada 1º respecto de la horizontal con equipos adecuados para lámparas de 100 w de VSAP, en disposición bilateral tresbolillo e interdistancia de 30 metros.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 5 de 334

Con el fin de mantener la distancia de separación de las dos líneas de puntos de luz previstas en 8,60 metros, incluyendo el retranqueo de las columnas respecto del borde de la calzada será necesario construir orejetas en la banda de aparcamiento que servirán de protección física contra los impactos de vehículos para las columnas previstas.

### **6.3. VIAL C.**

Vial de 18 metros de anchura, compuesto por dos aceras de 5,00 m cada una y calzada de 8,00 m con un carril para cada sentido.

El vial objeto de estudio dispone de tráfico rodado y peatonal diferenciado en un área industrial urbana con una velocidad del tráfico rodado no superior a 50 Km/h por lo que según se indica en la tabla 1 de la ITC EA-02 el vial se puede considerar de moderada velocidad y por tanto de clase B.

Se considerará como una vía distribuidora local (tipo B1 conforme a la tabla 3 de la ITC EA-02) con un índice medio diario (IMD) para la intensidad del tráfico < 7.000, con una clase de alumbrado ME4b (luminancia media mínima 0,75 lúmenes que según la tabla 19 de la ITC EA-02 de equivalencias de alumbrado se corresponde con una iluminancia media mantenida mínima 10 luxes y uniformidades global y longitudinal mínimas de 0,40 y 0,50, respectivamente, según tabla 6 de la ITC EA-02).

Con las consideraciones anteriores, en el vial se instalarán puntos de luz compuestos por columna troncocónica (conicidad 12,5‰), construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 4 mm de espesor y 76 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C) de 10 metros de altura y luminaria inclinada 5° respecto de la horizontal con equipos adecuados para lámparas de 100 w de VSAP, en disposición bilateral tresbolillo e interdistancia de 30 metros.

La distancia de separación de las dos líneas de puntos de luz previstas será de 9,00 metros, incluyendo el retranqueo de las columnas respecto del borde de la calzada.

### **6.4. VIAL D (peatonal).**

Vial para tráfico peatonal, de 5 metros de anchura para conexionar la Urbanización Cala Flores contigua con la zona industrial-comercial objeto de desarrollo, en las que no hay previsto tráfico rodado salvo el necesario para el mantenimiento de las infraestructuras, el cual se producirá en horario en el que exista una escasa o nula afluencia de peatones.

Por tratarse de un tipo de alumbrado específico, en cumplimiento de lo establecido en el apartado 3.4 de la ITC-EA-02 el vial se deberá iluminar conforme a lo indicado para vías de tipo E (según se indica en la tabla 5 de esta ITC), que para un flujo de tráfico de peatones normal se obtiene una clase de alumbrado S3 con unos niveles de iluminancia horizontal en el área de estudio medio y mínimo respectivos de 7,5 y 1,5 luxes respectivamente, según se indica en la tabla 8 de la ITC-EA-02.

Con las consideraciones anteriores, en el vial se instalarán puntos de luz compuestos por columna troncocónica (conicidad 12,5‰) de 6 metros de altura construido en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 3 mm de espesor y 60 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C), con luminarias y equipos adecuados para lámparas de 70 w de halogenuros metálicos cerámicos de color corregido, en disposición unilateral e interdistancia de 30 metros.

### **6.5. VIAL E (carretera a Cala Reona).**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 6 de 334

Vial de 15 metros de anchura, compuesto por dos aceras de 3,00 m cada una, calzada de 6,80 m con un carril para cada sentido y banda de aparcamiento de 2,20 m.

El vial objeto de estudio dispone de tráfico rodado y peatonal diferenciado en un área industrial urbana con una velocidad del tráfico rodado no superior a 50 Km/h por lo que según se indica en la tabla 1 de la ITC EA-02 el vial se puede considerar de moderada velocidad y por tanto de clase B.

Se considerará como una vía distribuidora local (tipo B1 conforme a la tabla 3 de la ITC EA-02) con un índice medio diario (IMD) para la intensidad del tráfico < 7.000, con una clase de alumbrado ME4b (luminancia media mínima 0,75 lúmenes que según la tabla 19 de la ITC EA-02 de equivalencias de alumbrado se corresponde con una iluminancia media mantenida mínima 10 luxes y uniformidades global y longitudinal mínimas de 0,40 y 0,50, respectivamente, según tabla 6 de la ITC EA-02).

Con las consideraciones anteriores, en el vial se instalarán puntos de luz compuestos por columna troncocónica (conicidad 12,5‰), construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 4 mm de espesor y 76 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C) de 10 metros de altura y luminaria inclinada 1º respecto de la horizontal con equipos adecuados para lámparas de 100 w de VSAP, en disposición unilateral e interdistancia de 40 metros.

Con el fin de mantener la alineación de los puntos de luz prevista respecto del borde de la calzada será necesario construir orejetas en la banda de aparcamiento que servirán de protección física contra los impactos de vehículos para las columnas previstas manteniendo una distancia de retranqueo de 0,30 metros respecto del borde de la calzada.

#### **6.6. VIAL F (glorieta).**

La calzada de la glorieta objeto del estudio lumínico tiene un diámetro interior de 10,00 metros y un diámetro exterior de 24 metros. Además, en el espacio destinado a espacios libres se proyecta una acera de 2,00 metros de anchura.

Por tratarse de una vía urbana con tráfico rodado y peatonal diferenciado, según la tabla 1 de la ITC-EA-02 el vial se debe considerar de moderada velocidad y por tanto de clase B.

Según lo indicado en el apartado 3.7 de la ITC-EA-02 se debería aumentar el nivel de iluminación al grado superior de iluminación. No obstante, por las dimensiones de la misma respecto de los viales que confluyen en ella, se puede considerar como un ensanchamiento del cruce de viales y por tanto como una vía distribuidora local en un área industrial (de tipo B1 conforme a la tabla 3 de la ITC-EA-02) con un índice medio diario (IMD) para la intensidad del tráfico < 7.000, que debería disponer de una clase de alumbrado ME4b (luminancia media mínima 0,75 lúmenes que según la tabla 19 de la ITC-EA-02 de equivalencias de alumbrado se corresponde con una iluminancia media mantenida mínima 10 luxes y uniformidades global y longitudinal mínimas de 0,40 y 0,50, respectivamente, según tabla 6 de la ITC-EA-02).

Con las consideraciones anteriores, en la glorieta se instalarán puntos de luz compuestos por columna troncocónica (conicidad 12,5‰) de 10 metros de altura, construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 4 mm de espesor y 76 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C), con luminarias con equipos adecuados para lámparas de 70 w de VSAP.

La distancia de retranqueo de los puntos de luz prevista será de 0,30 metros respecto del borde de la calzada.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 7 de 334

### **6.7. VIAL G (calle con fondo de saco).**

El vial de acceso al fondo de saco dispone de una calzada de 12 metros de anchura, compuesto por calzada de 7,00 metros con un carril para cada sentido y dos aceras de 2,50 m cada una. La zona del fondo de saco dispone de calzada irregular cuya anchura varía entre 7,00 y 13,00 metros y cuya longitud es de 19,50 metros, con una acera perimetral de 2,00 metros a excepción de la acera oeste que será de 2,50 metros como continuación de la acera de la calle de acceso.

Por tratarse de una vía urbana con tráfico rodado y peatonal diferenciado, según la tabla 1 de la ITC-EA-02 el vial se debe considerar de moderada velocidad y por tanto de clase B.

Al servir de acceso a un área industrial, se considera una vía distribuidora local (tipo B1 conforme a la tabla 3 de la ITC-EA-02) con un índice medio diario (IMD) para la intensidad del tráfico < 7.000, con una clase de alumbrado ME4b (luminancia media mínima 0,75 lúmenes que según la tabla 19 de la ITC-EA-02 de equivalencias de alumbrado se corresponde con una iluminancia media mantenida mínima 10 luxes y uniformidades global y longitudinal mínimas de 0,40 y 0,50, respectivamente, según tabla 6 de la ITC-EA-02).

Con las consideraciones anteriores, en el vial se instalarán puntos de luz compuestos por columna troncocónica (conicidad 12,5‰) de 10 metros de altura, construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 4 mm de espesor y 76 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C) con equipos adecuados para lámparas de 100 w de VSAP. La luminaria a instalar en el vial de acceso se proyectará con una inclinación de 1° respecto de la horizontal mientras que las luminarias proyectadas en el fondo de saco se inclinarán 4° respecto de la horizontal.

La interdistancia prevista entre los puntos de luz será de 35 metros en disposición unilateral en el vial de acceso y bilateral pareada en el fondo de saco, con un retranqueo respecto del borde de la calzada en todos los casos de 0,30 metros.

### **6.8. VIAL H (calle Doctor Cerrada).**

Vial de 10 metros de anchura, compuesto por dos aceras de 2,00 m cada una, calzada de 6,00 m con un carril para cada sentido. Existirá una banda de aparcamiento en batería de 5,00 m y en el fondo, una acera de 3,00 m.

Por tratarse de una vía urbana con tráfico rodado y peatonal diferenciado, según la tabla 1 de la ITC-EA-02 el vial se debe considerar de moderada velocidad y por tanto de clase B.

Este vial es un acceso habitual a un área residencial preveyéndose además una banda de aparcamiento frente a las parcelas comerciales, por lo que se debe considerar como una vía distribuidora local (tipo B1 conforme a la tabla 3 de la ITC-EA-02) con un índice medio diario (IMD) para la intensidad del tráfico < 7.000, con una clase de alumbrado ME4b (luminancia media mínima 0,75 lúmenes que según la tabla 19 de la ITC-EA-02 de equivalencias de alumbrado se corresponde con una iluminancia media mantenida mínima 10 luxes y uniformidades global y longitudinal mínimas de 0,40 y 0,50, respectivamente, según tabla 6 de la ITC-EA-02).

Con las consideraciones anteriores, en el vial se instalarán puntos de luz compuestos por columna troncocónica (conicidad 12,5‰), construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 4 mm de espesor y 76 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C) de 10 metros de altura y



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 8 de 334

luminaria inclinada 1° respecto de la horizontal con equipos adecuados para lámparas de 100 w de VSAP, en disposición unilateral e interdistancia de 40 metros.

Con el fin de mantener la alineación de los puntos de luz prevista respecto del borde de la cazada será necesario construir orejetas en la banda de aparcamiento que servirán de protección física contra los impactos de vehículos para las columnas previstas manteniendo una distancia de retranqueo de 0,30 metros respecto del borde de la cazada.

#### **6.9. VIAL I (espacio libre):**

Las zonas verdes existentes en el Sector tienen una forma irregular, en las que no hay previsto tráfico rodado salvo el necesario para el mantenimiento de las infraestructuras, el cual se producirá en horario en el que exista una escasa o nula afluencia de peatones.

Por tratarse de un tipo de alumbrado específico, en cumplimiento de lo establecido en el apartado 3.4 de la ITC-EA-02 el vial se deberá iluminar conforme a lo indicado para vías de tipo E (según se indica en la tabla 5 de esta ITC), que para un flujo de tráfico de peatones normal se obtiene una clase de alumbrado S3 con unos niveles de iluminancia horizontal en el área de estudio medio y mínimo respectivos de 7,5 y 1,5 luxes respectivamente, según se indica en la tabla 8 de la ITC-EA-02.

Con las consideraciones anteriores, en el vial tipo I se instalarán puntos de luz compuestos por columna troncocónica (conicidad 12,5‰) de 6 metros de altura construido en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 de 3 mm de espesor y 60 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C) y luminaria inclinada 1° respecto de la horizontal con equipos adecuados para lámparas de 70 w de halogenuros metálicos cerámicos de color corregido, en disposición bilateral e interdistancia de 25 metros.

## **7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA URBANIZACIÓN.**

Para atender a las necesidades anteriormente indicadas, se emplearán:

- Vial A: 12 puntos de luz.
- Vial B-1: 3 puntos de luz.
- Vial B-2: 6 puntos de luz.
- Vial C: 6 puntos de luz.
- Vial D: 2 puntos de luz.
- Vial E: 12 puntos de luz.
- Vial F: 4 puntos de luz.
- Vial G: 3 puntos de luz.
- Vial H: 2 puntos de luz.
- Vial I: 18 puntos de luz.

El Centro de Mando previsto se encuentra ubicado en la calle B-2, próximo al nuevo centro de transformación nº2 de 400+400 KVA a instalar, y del que partirán cinco circuitos.

El circuito 1 (grafiado en los planos en color azul) alimentará los puntos de luz de los viales A, B-1, D, E, F y G; el circuito 2 (grafiado en los planos en color verde) alimentará los puntos de luz de los viales A, B-1, B-2, C, E y F; El circuito 3 (grafiado en los planos en color rojo) alimentará los puntos de luz de los viales B-2, C y E; los circuitos 4 y 5 (grafiados en los planos en colores naranja y cian) alimentará los puntos de luz de los viales I.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 9 de 334

Los puntos de luz a instalar en el vial H (grafiado en color marrón) se conectarán al alumbrado existente.

El consumo de las lámparas alimentadas desde el Centro de Mando a instalar será de 5.880 w. Suponiendo un consumo del 16% para los equipos auxiliares que instalan lámparas de 100 w y del 20% para los equipos auxiliares que instalan lámparas de 70 w, el consumo total de las luminarias conectadas al Centro de Mando a instalar será de 6.888 w.

Si llegado el caso fuera necesario iluminar la carretera existente RM MU-312 (carretera a Cabo de Palos), se debería aumentar la potencia demandada en la cuantía suficiente para garantizar el suministro de potencia, que se estima en 2.320 w.

Con lo anteriormente expuesto, la potencia total demandada por el centro de mando sería de 9.208 w.

El consumo de las lámparas alimentadas desde el alumbrado existente será de 200 w. Suponiendo un consumo del 16% para los equipos auxiliares que instalan lámparas de 100 w, el consumo total de las luminarias conectadas al alumbrado existente será de 232 w.

## **8. CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS Y DE IMPLANTACIÓN.**

### **8.1. NIVEL DE ILUMINACIÓN.**

Los niveles luminosos alcanzados son:

a) Iluminancia media sobre calzada:

<b>Tipo de vía</b>	<b>Iluminancia media</b>
Vial A	12,8 luxes
Vial B-1	13,0 luxes
Vial B-2	15,1 luxes
Vial C	14,6 luxes
Vial D	14,7 luxes
Vial E	12,0 luxes
Vial F	14,3 luxes
Vial G	12,8 luxes
Vial H	12,2 luxes
Vial I	8,2 luxes

Los coeficientes de uniformidad alcanzados son los siguientes:

<b>Tipo de vía</b>	<b>Uniformidad Media</b>
Vial A	46,1 %
Vial B-1	40,1 %
Vial B-2	41,5 %
Vial C	47,0 %
Vial D	19,9 %
Vial E	43,3 %
Vial F	56,5 %
Vial G	39,7 %
Vial H	38,3 %
Vial I	25,7 %

b) Luminancia media de la calzada:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 10 de 334

Tipo de vía	Luminancia media
Vial A	0,82 cd/m <sup>2</sup>
Vial B-1	0,86 cd/m <sup>2</sup>
Vial B-2	1,00 cd/m <sup>2</sup>
Vial C	0,96 cd/m <sup>2</sup>
Vial D	0,93 cd/m <sup>2</sup>
Vial E	0,79 cd/m <sup>2</sup>
Vial F	0,68 cd/m <sup>2</sup>
Vial G	0,85 cd/m <sup>2</sup>
Vial H	0,84 cd/m <sup>2</sup>
Vial I	0,55 cd/m <sup>2</sup>

Los coeficientes de uniformidad alcanzados son los siguientes:

Tipo de vía	Uniformidad Media
Vial A	62,9 %
Vial B-1	40,4 %
Vial B-2	44,9 %
Vial C	49,6 %
Vial D	50,3 %
Vial E	42,5 %
Vial F	50,6 %
Vial G	62,9 %
Vial H	52,5 %
Vial I	21,8 %

En el Documento N°2: Cálculos Justificativos, se justifica la uniformidad obtenida, cumpliendo las normas establecidas de aplicación en este caso.

Todos los valores indicados para la intensidad y uniformidad del alumbrado corresponden a la intensidad a pleno rendimiento, es decir, desde la puesta de sol hasta la hora indicada en el RD 1946/1979 de Presidencia del Gobierno, por el que se adoptan medidas en orden a la reducción del consumo en Alumbrado Público e Iluminaciones Comerciales y Suntuarias.

En el resto de las horas, y siendo en ese lapso de tiempo el tráfico previsto escaso, se reducirá el nivel de iluminación citado, quedando la intensidad lumínica al 50–60% en todas las luminarias (por medio de equipo reductor de consumo) por lo que el alumbrado resultante de esta situación no cumplirá los valores reseñados anteriormente, ya que lo que se pretende en ese tiempo es mantener un alumbrado de “vigilancia” y “seguridad”.

Por todo lo expuesto anteriormente, el alumbrado proyectado estará formado por:

- Alumbrado permanente o de “noche entera”.
- Alumbrado reducido o de “mitad de noche”.

El funcionamiento normal de Permanente / Reducido será automático por medio de reloj astronómico o controlador electrónico con corrección automática de horario en función de la fecha, reserva de programación en caso de corte de corriente de hasta 24 horas y que no necesite de instrumentos especiales para su programación.

En todos los casos, tal como queda justificado en los cálculos correspondientes, se consideran los efectos producidos por luminarias contiguas en la zona intermedia más desfavorable, para que los niveles mínimos de iluminación resultante sean los indicados. Igualmente, se tenderá a factores de uniformidad elevados.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 11 de 334

Independientemente de los resultados obtenidos por el cálculo, son consideradas como método de optimización las curvas Isolux del fabricante de las lámparas y luminarias que posteriormente serán descritas.

## **8.2. DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE LUZ, FACTOR DE UNIFORMIDAD.**

Los niveles de iluminación expuestos en apartados anteriores de la presente Memoria se conseguirán de acuerdo con la zona a iluminar.

Siguiendo el método analítico descrito en las Instrucciones para Alumbrado Urbano del Ministerio de Obras Públicas, se determina que para las diferentes secciones a iluminar, los puntos de luz quedarán aproximadamente a la distancia indicada en el punto 6 del presente documento.

La situación y posición relativa de las luminarias quedará aproximadamente tal y como se indica en el Documento nº5 Planos. La red de conductores se tenderá subterránea.

Para dar cumplimiento a lo prescrito en el RD 1946/1979 sobre ahorro energético y como se indicó anteriormente, se ha previsto la instalación de equipos especiales para doble nivel de iluminación, correspondiendo la iluminación máxima al estado en que se tiene tensión en el hilo de mando de los reductores, de tal forma que pasada la hora indicada en el citado Decreto, la intensidad luminosa de cada punto se reduce al 50–60% de su valor nominal.

La alimentación será trifásica, con una tensión de 400 voltios entre fases y 230 voltios entre fase y neutro.

La conexión se realizará a una línea directamente conectada a un Centro de Mando, a instalar según se indica en Planos. Los factores de uniformidad serán superiores a los mínimos establecidos en la correspondiente Ordenanza, justificándose su obtención en el Documento Nº2: Cálculos Justificativos, para cada tipo de vial o zona a iluminar.

## **8.3. ALTURA DE LA INSTALACIÓN. DISPOSICIÓN.**

Véase el punto 6 del presente documento.

# **9. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES.**

## **9.1. LUMINARIAS.**

Para realizar el alumbrado de los viales de tráfico rodado se proyectan luminarias herméticas de la serie ONYX–2 de Socelec o similar para fijación vertical, para lámparas de 100 vatios de VSAP, constituida por cuerpo y capó de fundición de aluminio inyectado y pintado en gris metalizado, compuesto por dos piezas articuladas entre ellas, con brazo autoblocante, formado por dos compartimentos, uno con el bloque óptico y otro con los auxiliares eléctricos. El bloque óptico está constituido por un reflector de aluminio de alta pureza, abrillantado y anodizado, con un cierre compuesto por vidrio liso curvo templado sellado con silicona a reflector de aluminio, con placa de auxiliares eléctricos desmontable y grado de hermeticidad IP–66 Sealsafe. El equipo de encendido será de doble nivel. El grado de protección frente a impactos es IK–08.

Para realizar el alumbrado de la Glorieta se proyectan luminarias herméticas de la serie ONYX–2 de Socelec o similar para fijación vertical, para lámparas de 70 vatios de VSAP, constituida por cuerpo y capó de fundición de aluminio inyectado y pintado en gris metalizado, compuesto por dos piezas articuladas entre ellas, con brazo autoblocante, formado por dos

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 12 de 334

compartimentos, uno con el bloque óptico y otro con los auxiliares eléctricos. El bloque óptico está constituido por un reflector de aluminio de alta pureza, abrillantado y anodizado, con un cierre compuesto por vidrio liso curvo templado sellado con silicona a reflector de aluminio, con placa de auxiliares eléctricos desmontable y grado de hermeticidad IP-66 Sealsafe. El equipo de encendido será de doble nivel. El grado de protección frente a impactos es IK-08.

Para realizar el alumbrado del vial peatonal y de los espacios libres se proyectan luminarias herméticas de la serie ARAMIS de Socelec o similar para fijación vertical, con lámparas de 70 vatios de halogenuros metálicos cerámicos de color corregido, cuerpo constituido por corona y fijación de fundición de aluminio inyectado, embutido y pintado y capó semiesférico de aluminio embutido pintado. El bloque óptico está constituido por un reflector de aluminio de alta pureza, abrillantado y anodizado, con un cierre compuesto por protector de policarbonato termoformado estructurado, con placa de auxiliares eléctricos desmontable y grado de hermeticidad IP-66 Sealsafe. El equipo de encendido será de doble nivel. El grado de protección frente a impactos es IK-10.

## **9.2. EQUIPOS DE ENCENDIDO.**

Tal y como se indica en la descripción de las luminarias en el apartado anterior, el equipo de encendido será de doble nivel y constará de reactancia, condensador y posible arrancador para lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión y de halogenuros metálicos cerámicos de color corregido.

El condensador tendrá capacidad suficiente para corregir adecuadamente el factor de potencia hasta 0,95 mínimo. Esta compensación se realizará punto a punto, y tendrá en cuenta las variaciones que se produzcan al entrar en funcionamiento la reducción de flujo, de forma que no se produzcan recargos en los consumos por este concepto.

## **9.3. LÁMPARAS.**

Las lámparas a instalar en las distintas secciones serán las indicadas en el punto 6 del presente documento, de Vapor de Sodio de Alta Presión y de halogenuros metálicos cerámicos de color corregido, según se justifica en el Documento N°2: Cálculos Justificativos de este proyecto.

## **9.4. COLUMNAS.**

La altura de implantación de los báculos a emplear en la zona de aparcamiento serán de tipo troncocónico (conicidad 12,5‰) de 10 metros de altura, radio de curvatura de 1,5 metros, construido en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 y pintado para protección en ambientes marinos según ISO 12944 entorno C3 y durabilidad de 10 años, de 4 mm de espesor y 60 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/B).

La altura de implantación de las columnas a emplear en los viales de tráfico rodado serán de tipo troncocónico (conicidad 12,5‰) de 10 metros de altura, construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 y pintado para protección en ambientes marinos según ISO 12944 entorno C3 y durabilidad de 10 años, de 4 mm de espesor y 76 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C).

La altura de implantación de las columnas a emplear en el vial peatonal y espacios libres proyectados serán de tipo troncocónico (conicidad 12,5‰) de 6 metros de altura, construido en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 y pintado para protección en ambientes

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 13 de 334

marinos según ISO 12944 entorno C3 y durabilidad de 10 años, de 3 mm de espesor y 60 mm de diámetro en punta (modelo AM-10/C).

Todos los báculos y columnas a instalar dispondrán de una portezuela a 2,5 m de altura sobre la rasante de la acera dotada de cerradura, en la que se ubicará la caja de conexiones donde se alojarán los dispositivos de protección de las luminarias y en la que realizar las conexiones a la red de energía. Las que se instalen en los viales peatonales y espacios libres quedarán enrasadas con la columna.

Responderán a los tipos homologados por el Ministerio de Industria y presentarán las siguientes características:

- Cumplirán con lo establecido en el RD 2642/1985, de 18 de diciembre.
- Calidad S 285 JR según UNE-EN 10 025, 1994 (A 37-b según UNE 36080, 1985), de forma cónica y sección transversal circular. Estará provisto de una portezuela a 2500 mm de la base, disponiendo de una cerradura accionable con llave triangular hembra, protegiéndose así la caja de conexiones que irá en una pletina soldada al fuste así como una conexión de toma de tierra.
- Placa base cuadrada de 400 mm de lado y de 10 mm de espesor, de calidad S 285 JR según UNE-EN 10 025, 1994 (A 37-b según UNE 36080, 1985). Tendrá una embutición de sección circular centrada, en la que en su parte superior dispondrá un taladro central que coincidirá con el diámetro interior del fuste, por el cual se introduce el fuste y se le suelda tanto por la parte superior de la placa como por la inferior. También dispondrá de cuatro punzones a una distancia de 285 mm entre ejes para la sujeción de la columna por medio de anclajes al suelo.
- El galvanizado de la columna se realizará de una única vez, ya que las dimensiones de las cubas así lo permiten (dimensiones del baño: longitud 14,5 m, anchura 1,60 m y profundidad 2,30 m), cumpliendo en todo momento el proceso de galvanizado en caliente con las normas UNE-EN ISO 1461 y UNE-EN ISO 14 713. El espesor mínimo del recubrimiento será de 75 micras.

Irán unidas a tierra mediante conductor de cobre aislado de  $16 \text{ mm}^2$  de sección y tensión de aislamiento 450/750 V, que conectará con la línea de tierra común para todas las luminarias, la cual estará puesta a tierra mediante electrodos de puesta a tierra de Cu-Ac de 14,6 – 19 mm de diámetro y 2 m de longitud, conforme lo indicado en el Plano correspondiente, con lo que se da cumplimiento al apartado 10 de la Instrucción ITC-BT 09. El coeficiente de seguridad será de 2,5 como mínimo, según dicha instrucción.

### **9.5. CONDUCTORES.**

La red de conductores de alimentación de los diferentes puntos de luz serán tetrapolares, de cobre, y tensiones nominales 0,6/1 KV. El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro no podrá ser utilizado por ningún otro circuito. Las secciones empleadas estarán comprendidas entre 6 y  $16 \text{ mm}^2$ .

El conductor de la línea de mando para reducción del flujo estará compuesto por dos conductores unipolares claramente identificados, de cobre, y tensión nominal 0,6/1 KV. Estos conductores, que parten del cuadro, no podrán ser utilizados por ningún otro circuito. La sección empleada será de  $6 \text{ mm}^2$ .

La canalización de los conductores será subterránea por terrenos públicos, en el fondo de zanjas convenientemente preparadas, discurriendo a conveniente distancia de las zonas afectadas por el tráfico rodado, no permitiéndose las canalizaciones subterráneas ni los tendidos aéreos por propiedad privada. Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la **ITC-BT-07** del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 14 de 334

Los conductores subterráneos se tenderán en zanjas dotadas de tubos que permitan la fácil reposición de los averiados. El número de tubo por zanja será igual al de conductores pertenecientes a distintos circuitos; en los cruces de calzada deberá quedar como mínimo un tubo libre. Se emplearán tubos rígidos o tubos corrugados bicapa, de PVC, convenientemente embebidos en hormigón en masa; para las acometidas a los pies de las farolas podrá emplearse tubo corrugado bicapa.

Los cables serán de las características especificadas en la norma UNE 21 123, e irán entubados; los tubos para las canalizaciones subterráneas deben ser los indicados en la **ITC-BT-21** del RBT y el grado de protección mecánica el indicado en dicha instrucción, e irán hormigonados. El grado de resistencia al impacto será ligero, según UNE-EN 50 086-2-4.

El tendido no podrá discurrir bajo el pavimento destinado al tráfico rodado más que en los imprescindibles puntos de cruce de calzada; tampoco se permitirá su paso bajo parterres de jardinería, salvo justificación en contra.

Los tubos se instalarán a una profundidad mínima de 0,40 m del nivel del suelo cuando la instalación se realice en acera de 0,60 m del nivel del suelo cuando la instalación se realice en cruces de calzada, medidos en ambos casos desde la cota inferior del tubo, y su diámetro interior estará comprendido entre 60 y 80 mm.

Cuando por las características del tendido sea preciso instalarlos en línea curva, el radio de curvatura será como mínimo el siguiente:

- Diámetro exterior < 25 mm                      4 veces el diámetro.
- Diámetro exterior de 25 a 50 mm            5 veces el diámetro.
- Diámetro exterior > 50 mm                   6 veces el diámetro

Los aislamientos serán de tipo RZ, según designación de la norma UNE 21 123. Las cubiertas serán de una mezcla de PVD del tipo ST2 según designación de la misma norma. Siempre que los elementos de la instalación lo permitan, las conexiones se efectuarán con terminales de presión.

En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornes de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor pelado sobresalga de la borne o terminal.

Las conexiones y derivaciones se realizarán siempre mediante cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias en la arqueta registrable establecida para ello a una altura mínima de 2,5 metros, que garanticen la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor. No se permitirán empalmes realizados por torsión de un conductor sobre otro.

Los cables se fijarán a los soportes mediante bridas, abrazaderas o collarines de forma que no se perjudique a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederá de 0,40 m para conductores sin armar, y 0,75 m para conductores armados.

El rótulo será en letras y/o números indelebles e irá en un tarjetero firmemente sujeto al cable.

Se colocará una cinta de señalización.

En las redes de control y auxiliares se emplearán sistemas y materiales similares para los circuitos de alimentación, formados por dos conductores unipolares claramente identificados, de 6 mm<sup>2</sup> de sección.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 15 de 334

## **9.6. CAJAS DE CONEXIÓN Y DERIVACIÓN.**

Todos los puntos de luz dispondrán de una caja de derivación, tipo intemperie, de dimensiones adecuadas a los conductores a conectar, con cortacircuitos fusibles, para una intensidad nominal no superior a 6 A.

No se admitirán conexiones o derivaciones en el interior de las arquetas o de las canalizaciones, debiendo realizarse éstas en la caja de conexiones habilitada al efecto en el interior de la columna, en la que se ubicarán los elementos de conexión y protección.

Las cajas de derivación irán equipadas con cortacircuitos fusibles.

## **9.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.**

### **9.7.1. SISTEMA DE INSTALACIÓN ESCOGIDA.**

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra:

- En el primer punto de luz de cada circuito.
- Cada 5 soportes de luminarias.
- En los puntos de luz en los que se produzcan derivaciones o ramificaciones.
- En el último punto de luz de cada circuito y/o ramificación.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm<sup>2</sup> para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

La resistencia será inferior a la que se indica en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Teniendo en cuenta la proximidad al mar de la zona en la que se ubicará la instalación proyectada, y por tanto los niveles de humedad y salinidad, deberá comprobarse anualmente la instalación de puesta a tierra de cada farola en la época en la que el terreno esté más seco.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 16 de 334

Se medirá la resistencia de tierra y se revisarán especialmente los elementos metálicos enterrados, debiendo ser sustituidos aquellos en los que se observe un grado de corrosión acusado.

#### 9.7.2. TOMAS DE TIERRA.

Estarán constituidas por:

- Electrodo o pica de material anticorrosivo, cuya masa metálica permanecerá enterrada en buen contacto con el terreno para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse. Dichos electrodos serán picas verticales formadas por barras de acero de 2 m de longitud mínima, diámetro entre 16 y 19 mm y recubiertas por una capa protectora exterior de cobre de espesor adecuado.
- Punto de puesta a tierra, constituida en este caso por perrillo de sujeción de cobre a la pica, y tuerca, contratuerca y arandela a la base de la farola.

#### 9.8. CENTROS DE MANDO. DESCRIPCIÓN.

El funcionamiento normal de Permanente / Reducido será automático por medio de un centro de mando o controlador electrónico de encendido, homologado por el Ayuntamiento de Cartagena.

Los mecanismos de control de encendido y protección de los circuitos (Centros de Mando) se ubicarán, preferentemente, en armario separado del equipo de medida; caso de que fuera aconsejable ubicarlos en armario común, los contadores estarán en compartimiento separado y con puerta independiente al Centro de Mando.

El armario del Centro de Mando estará construido de forma y material resistentes a la intemperie y a los actos vandálicos y, si fuera metálico, estará puesto a tierra; dispondrá de cierre por candado. El fondo, laterales y parte superior deberán ser recibidos con obra cuyo acabado armonice con el entorno.

Deberá ubicarse en la vía pública, lo más cerca posible de la línea de fachada o cerramiento.

Podrá ubicarse sobre una peana de 30 cm de altura en aceras cuyo ancho no sea inferior a 1,50 m. Si la anchura de la acera fuera menor, debería instalarse en posición elevada; siempre que se instale de esta forma, la parte inferior del armario deberá quedar a una altura no inferior de 2,20 metros ni superior a 2,50 metros.

Deberá contener los siguientes dispositivos:

- a) Interruptor general automático de corte onipolar.
- b) Conmutadores de tres posiciones (O–apagado, I–encendido automático, 2–encendido manual).
- c) Contactores.
- d) Magnetotérmicos de protección para el circuito de control.
- e) Controlador electrónico, con corrección automática de horario en función de la fecha, reserva de programación en caso de corte de corriente de hasta 24 horas y que no necesite de instrumentos especiales para su programación.
- f) Magnetotérmicos y diferenciales independientes para cada línea de salida.

Se instalará un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad por cada circuito, siendo éste del tipo que garantice su resistencia a las acciones intespectivas (rayo, etc); para asegurar

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 17 de 334

que no existirán tensiones de contacto superiores a las reglamentarias deberá calcularse e instalarse adecuadamente las puestas a tierra necesarias.

Estos equipos estarán montados en un armario de poliéster con fibra de vidrio, similares al de los contadores (pero sin mirilla), que se instalarán junto con aquél, formando un conjunto similar a los armarios de derivación y seccionamiento de la red de baja tensión. El armario superior albergará al equipo de medida y el inferior, a los mecanismos del centro de mando.

#### **9.9. ACOMETIDAS.**

El conductor empleado para realizar la acometida al centro de mando será del tipo RZ, libre de halógenos y de opacidad reducida, de cobre electrolítico, de 25 mm<sup>2</sup> de sección mínima y tensión asignada 0,6/1 KV.

La energía será suministrada por IBERDROLA, S.A., de la red de baja tensión a instalar en la unidad de actuación, una vez ésta sea cedida. En todo caso, el número y naturaleza de los conductores de la acometida será fijado por la empresa suministradora de la energía.

En lo referente a la sección de los conductores se tendrá en cuenta:

- La demanda máxima de potencia prevista para dicha instalación.
- La tensión de suministro.
- La densidad máxima de corriente admisible para el tipo de conductor a instalar.
- La caída de tensión máxima admisible, fijada por el vigente RBT.

#### **9.10. PROTECCIONES.**

Se instalarán interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad por cada circuito, siendo éstos del tipo que garantice su resistencia a las acciones intespectivas (rayo, etc), para asegurar que no existirán tensiones de contacto superiores a las reglamentarias deberá calcularse e instalarse adecuadamente las puestas a tierra necesarias.

La red de conductores se diseñará de tal forma que la intensidad de cálculo a la salida del centro de mando no supere los 32 A, en ninguna de las líneas; se entiende por intensidad de cálculo la que resulte de aplicar a las lámparas los coeficientes previstos en la Instrucción Complementaria ITC–BT–09 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, o texto legal que la sustituya.

#### **9.11. EQUIPOS DE MEDIDA Y CGP.**

##### **9.11.1. EQUIPOS DE MEDIDA.**

##### **9.11.1.1. Características.**

El equipo de medida deberá ubicarse en la vía pública; si ello no fuera posible o aconsejable se situará en lugar accesible tanto al personal de Cía. Suministradora de energía como al de este Excmo. Ayuntamiento, pero nunca en el interior de una propiedad privada. Se procurará que quede cerca del Centro de Mando.

Se situará en el interior de un armario de poliéster para caja de protección y medida dotado de cierre por candado, construido de forma y materiales resistentes a la intemperie y actos vandálicos, IP 439, fabricado según UNESA 1403, empotrable, para dos contadores trifásicos, PLT-2. Será de modelo autorizado por la Cía. Suministradora de energía, y dispondrá de mirillas u otros dispositivos que permitan tomar la lectura de los contadores sin el auxilio del

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 18 de 334

personal de la citada empresa, debiéndose dejar el espacio suficiente para la posible ubicación de contadores de tarifa múltiple, y sus mecanismos de conmutación. Además, serán otras características las siguientes:

- Fondo fabricado a base de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
- Tapas de dos profundidades construidas en policarbonato transparente.
- Serán autoextinguibles.
- Doble aislamiento.
- Temperatura de utilización, de  $-30^{\circ}\text{C}$  a  $120^{\circ}\text{C}$ .
- Rigidez dieléctrica  $> 5\text{ KV}$ .
- Resistencia de aislamiento  $5\text{ M}\Omega$ .
- Contadores trifásicos para medida del consumo de energías activa y reactiva, homologados tipo B2V, simple tarifa, clase 2.
- Modelo y tipo aceptado por la empresa suministradora, cumpliendo con carácter general la norma UNE 20 098 y recomendaciones UNESA 1404.

El circuito amperimétrico de los contadores trifásicos no se conectará directamente a la red, sino que lo hará a través de transformadores de intensidad de 5 A de intensidad nominal secundaria.

#### **9.11.1.2. Situación.**

El equipo de medida se dispondrá en un lateral del armario destinado a albergar el Centro de Mando.

#### **9.11.1.3. Descripción del recinto.**

Armario modular exterior, fabricado en poliéster, para caja de protección y medida, dotado de cierre por candado, construido de forma y materiales resistentes a la intemperie y actos vandálicos, IP 439, fabricado según UNESA 1403, empotrable, para dos contadores trifásicos, tipo PLT-2.

#### **9.11.2. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.**

La CGP a instalar consistirá en un armario de distribución y seccionamiento, ADS, fabricado en poliéster, equipado con bases fusibles tipo NH de “cuchilla” sobre soporte de poliéster, con bornes bimetálicos, para intensidad nominal 250 A.

En el interior de dicho ADS se dispondrán bases portafusibles unipolares con zócalo cerámico, según normas UNE y AEE, de 240 A, que alojarán fusibles de 32 A, tamaño 00, modelo NH clase gG de marca de reconocido prestigio, según normas UNE 21 103/91 partes 1, 2-1 y propuesta primer complemento a la 21 103/94 parte 2-1, EN 60 269-1, IEC 269-2-1/87 y VDE 0636/21.

## **10. OBRA CIVIL.**

### **10.1. ARQUETAS.**

Las zanjas estarán dotadas de arquetas en los puntos que a continuación se relacionan como mínimo:

- a) En cada punto de luz.
- b) En cada cambio de dirección.
- c) En cada extremo de un cruce de calzada.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 19 de 334

d) Cada 30 metros de zanja.

Cuando en un punto concreto coincida que habrían de situarse arquetas por más de uno de los criterios antes enunciados, será suficiente con colocar una.

Dispondrán de tapas y marco de fundición de hierro de unas dimensiones mínimas de 40 x 40 cm. Las tapas de estas arquetas, una vez colocadas, deberán resistir sin roturas ni deformaciones permanentes una carga de 500 Kg., aplicada en una superficie de 10 x 10 cm y estarán construidas de materiales cuyo hurto sea poco rentable o estar debidamente fijadas a la arqueta para evitar esos actos.

Todas las tapas de las arquetas quedarán ubicadas bajo el pavimento a instalar, correctamente localizadas con el fin de poder realizar ulteriores acciones de mantenimiento y reposición de material alojado en las mismas o de las propias instalaciones.

## 10.2. BASAMENTOS.

Los basamentos para los apoyos serán de hormigón de 250 Kg/cm<sup>2</sup> y deberán presentar un coeficiente de seguridad al vuelco no inferior a 2,5; irán dotados de cuatro pernos de fijación roscados a M20 si la altura de implantación es igual o inferior a 6 metros y M24 si la altura de implantación es superior a 6 metros. La situación de los pernos se hará siempre de acuerdo con la normalización establecida por el Ministerio de Industria.

La cimentación de las columnas tendrá unas dimensiones adecuadas en función de la altura de las mismas. Les será de aplicación la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de las obras de hormigón en masa y armado, aprobada por Decreto de la Presidencia del Gobierno 2987/1968, de 20 de septiembre.

En todo caso, la ejecución se adaptará a lo prescrito en la NTE IEE-10.

El aplomado de las farolas se conseguirá mediante una correcta nivelación de la superficie superior a la cimentación, quedando expresamente prohibido el aplomado mediante el uso de tuercas bajo la placa de anclaje.

## 10.3. TUBOS PROTECTORES.

Todas las líneas y ramas que circulen bajo aceras o, en general, el perímetro de las parcelas, estarán protegidas bajo tubo corrugado bicapa de PVC de 80 mm de diámetro nominal interior embebido en hormigón en masa en todo su trazado, de modo que permitan la fácil reposición de los conductores averiados.

El tendido no podrá discurrir bajo el pavimento destinado al tráfico rodado más que en los imprescindibles puntos de cruce de calzada; tampoco se permitirá su paso bajo parterres de jardinería, salvo justificación en contra.

Los tubos se instalarán a una profundidad mínima de 0,40 m del nivel del suelo en acera y de 0,60 m en los cruces de calzada, en todos los casos medidos desde la cota inferior del tubo.

El número de tubo por zanja será igual al de conductores pertenecientes a distintos circuitos; en los cruces de calzada deberá quedar como mínimo un tubo libre. Se emplearán tubos rígidos o tubos corrugados bicapa, de PVC, convenientemente embebidos en hormigón en masa; para las acometidas a los pies de las farolas podrá emplearse tubo corrugado bicapa.

## 10.4. ZANJAS.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 20 de 334

El ancho de las zanjas para el tramo de tendido normal en acera, sin paralelismos ni cruzamientos, será de 0,40 m, con una profundidad de 0,45 m. En los tramos de cruce de calzada la anchura de la zanja será de 0,40 m y profundidad de 0,65 m.

En ambos casos se deberá canalizar el conductor o conductores bajo tubo corrugado bicapa de PVC de 80 mm de diámetro, embebido en dado de hormigón en masa, con las características y dimensiones que se indican en los Planos de detalle correspondientes.

Para las acometidas a los pies de las farolas podrá emplearse tubo corrugado doble capa con los diámetros anteriormente citados.

## **11. RED DE ALIMENTACIÓN.**

### **11.1. CONDICIONES DE CÁLCULO.**

Para la realización de los cálculos se tendrá en cuenta que la potencia nominal de las lámparas se ha multiplicado por 1,8 veces para obtener la carga mínima en voltiamperios, según apartado 3 de la ITC-BT-09.

### **11.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.**

Las líneas estarán constituidas por conductor de cobre aislado con PVC de tensión asignada de trabajo 0,6/1 KV y 3,5 KV de prueba, de tipo tetrapolar, con las secciones y recorridos parciales que se indican en el Plano de Disposición General. En todos los casos se ha tenido en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-09 e ITC-BT-07 para el dimensionado de las líneas, estando las secciones adoptadas justificadas en el apartado correspondiente de los cálculos justificativos.

Las líneas se ejecutarán en forma ramificada, de manera que se encuentren conectadas a fases alternativas de cada línea los sucesivos puntos de alumbrado.

Las secciones de las líneas principales de distribución que partirán desde el correspondiente Centro de Mando serán las grafiadas en los planos de esquemas de circuitos, en conducción a 6 hilos, un tetrapolar compuesto por tres conductores para fases y uno para neutro, de 6 mm<sup>2</sup> de sección cada uno, un conductor bipolar de 2x2,5 mm<sup>2</sup> de sección para alimentación del reductor de flujo, conectándose las ramas a cada fase de manera que resulte el máximo equilibrio de cargas por fase.

El conductor para alimentación del reductor de flujo circulará por las mismas canalizaciones.

Los conductores de las ramas de derivación, y los de derivación a cada punto de luz serán de idéntica naturaleza a los de las líneas principales, si bien sus respectivas secciones serán las adecuadas a la carga que contienen.

Para las derivaciones a puntos de luz se utilizará conductor de tensión asignada 0,6/1 KV de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección, tal como establece la ITC-BT-09 para la conexión de las luminarias a las redes de alumbrado exterior cuando la canalización es subterránea. Todas las líneas y ramas que circulen bajo aceras o, en general, el perímetro de la parcela, estarán protegidas bajo tubo rígido de PVC de 80 mm de diámetro nominal.

### **11.3. RESUMEN DE UNIDADES LUMINOTÉCNICAS Y POTENCIAS DE CÁLCULO.**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 21 de 334

- 1º. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- 2º. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos y evitándose de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro.
- 3º. Las bornes de conexión de los cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- 4º. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la misma protegerá a al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- 5º. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

## **12. PRESUPUESTO GENERAL.**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la cantidad de DOSCIENTOS TREINTA MIL SEISCIENTOS DOCE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS (230.612,27 €).

## **13. CONCLUSIÓN.**

Con lo anteriormente expuesto y en unión de los documentos que se acompañan, se considera suficientemente descrita la instalación proyectada, sometiéndola a la consideración de los Organismos Competentes y quedando a su disposición para aclarar o ampliar aquello que estimen necesario.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 22 de 334

## ANEXO Nº1: INICIO DE LAS OBRAS

La redacción por parte del Ingeniero Industrial, autor del presente proyecto –visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia–, no implica que la obligación asumida formalmente de llevar a cabo la dirección técnica, se produzca de forma automática, o sea, que para que la ejecución material del trabajo se verifique bajo la supervisión y dirección efectiva del técnico autor del proyecto es necesario que se cumplan por parte del promotor los siguientes requisitos:

- a) Que el promotor notifique por escrito al técnico autor del proyecto que ha obtenido la correspondiente licencia administrativa que ampara la licitud del inicio de las obras proyectadas.
- b) Que el promotor notifique por escrito al técnico la fecha de inicio de las obras.
- c) Que se levante la correspondiente acta de inicio firmada por el promotor y el técnico que asume la efectiva dirección de las obras.

En caso de no cumplirse los requisitos antes indicados, el técnico autor del presente proyecto declina cualquier tipo de responsabilidad administrativa, urbanística, civil o penal que se pueda derivar como consecuencia del inicio o ejecución de las obras sin su conocimiento e intervención efectiva.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 23 de 334

## ANEXO Nº2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para una (1) línea de la red de alumbrado público con tubo de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro interior a 40 cm de la cota de la superficie y embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,180	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca, con medios mecánicos o manuales.	8,16	1,4688
0,064	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	0,7642
0,072	m <sup>3</sup>	Hormigón de 175 Kg/cm <sup>2</sup> .	61,25	4,4100
0,180	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	2,3760
1,00	m	Tubo para canalización de red subterránea de alumbrado de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	2,04	2,0400
1,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,2800
0,02	h	Peón ordinario.	13,20	0,2640
		suma		11,6030
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		0,6962
		Suma		12,2991
		Redondeo		+0,0009
		<b>Total €/ml</b>		<b>12,30</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para dos (2) líneas de la red de alumbrado público con tubo de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro interior a 40 cm de la cota de la superficie y embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,180	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca, con medios mecánicos o manuales.	8,16	1,4688
0,064	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	0,7642
0,067	m <sup>3</sup>	Hormigón de 175 Kg/cm <sup>2</sup> .	61,25	4,1038
0,180	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	2,3760
2,00	m	Tubo para canalización de red subterránea de alumbrado de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	3,03	4,0800
2,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,5600
0,04	h	Peón ordinario.	13,20	0,5280
		suma		13,8807
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		0,8328
		Suma		14,7136
		Redondeo		-0,0036
		<b>Total €/ml</b>		<b>14,71</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 24 de 334	

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para tres (3) líneas de red de alumbrado público con tubo de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro a 40 cm de la cota de la superficie y embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,270	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca, con medios mecánicos o manuales.	8,16	2,2032
0,096	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	1,1462
0,101	m <sup>3</sup>	Hormigón de 175 Kg/cm <sup>2</sup> .	61,25	6,1863
0,270	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	3,5640
3,00	m	Tubo para canalización de red subterránea de alumbrado de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	2,04	6,1200
3,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,8400
0,06	h	Peón ordinario.	13,20	0,7920
		suma		20,8517
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		1,2511
		Suma		22,1028
		Redondeo		-0,0028
		<b>Total €/ml</b>		<b>22,10</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para cuatro (4) líneas de red de alumbrado público con tubo de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro a 40 cm de la cota de la superficie y embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 25 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,270	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca, con medios mecánicos o manuales.	8,16	2,2032
0,096	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	1,1462
0,097	m <sup>3</sup>	Hormigón de 175 Kg/cm <sup>2</sup> .	61,25	5,9413
0,270	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	3,5640
4,00	m	Tubo para canalización de red subterránea de alumbrado de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	2,04	8,1600
4,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	1,1200
0,08	h	Peón ordinario.	13,20	1,0560
		suma		23,1907
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		1,3914
		Suma		24,5821
		Redondeo		-0,0021
		<b>Total €/ml</b>		<b>24,58</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno en cruce de calzada para una (1) línea de red de alumbrado público formada por 2 tubos de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro a 60 cm de la cota de la superficie y embebidos en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 25 de 334

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,240	m³	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca, con medios mecánicos o manuales.	8,16	1,9584
0,128	m³	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	1,5283
0,071	m³	Hormigón de 175 Kg/cm².	61,25	4,3488
0,240	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	3,1680
2,00	m	Tubo para canalización de red subterránea de alumbrado de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	2,04	4,0800
2,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,5600
0,04	h	Peón ordinario.	13,20	0,5280
		Suma		16,1715
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		0,9703
		Suma		17,1418
		Redondeo		-0,0018
		<b>Total €/ml</b>		<b>17,14</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno en cruce de calzada para dos (2) líneas de red de Alumbrado Público formada por 3 tubos de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro a 60 cm de la cota de la superficie y embebidos en hormigón en masa de 175 Kg/cm² y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,240	m³	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca, con medios mecánicos o manuales.	8,16	1,9584
0,128	m³	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	1,5283
0,068	m³	Hormigón de 175 Kg/cm².	61,25	4,1528
0,240	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	3,1680
3,00	m	Tubo para canalización de red subterránea de alumbrado de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	2,04	6,1200
3,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,8400
0,08	h	Peón ordinario.	13,20	1,0560
		Suma		18,8235
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		1,1294
		Suma		19,9529
		Redondeo		-0,0029
		<b>Total €/ml</b>		<b>19,95</b>

Ud. Cimentación en vial para columna de alumbrado público de 10 metros de altura, en cualquier tipo de terreno, hormigón en masa de 250 Kg/cm², de 0,80x0,80x1,00 metros, con cuatro pernos de anclaje cadmiados de 25 mm de diámetro (M24) y 950 milímetros de longitud incluido el gancho, incluso transporte a vertedero, totalmente acabado.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,640	m³	Excavación de cimentación en cualquier tipo de terreno, incluso roca, de 0,80x0,80x1,00 metros con medios mecánicos o manuales.	8,16	5,2224



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 26 de 334

0,640	m <sup>3</sup>	Hormigon de 250 Kg/cm <sup>2</sup>	66,35	42,4640
0,640	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	8,4480
1,00	ud	Placa de anclaje de nivelación para columna de 10 m de altura compuesta por 4 pernos cadmiados de 0,95 metros de longitud y respectivos conjuntos de tuerca y contratuerca de fijación M24.	32,69	32,6900
2,00	m	Tubo de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	2,04	4,0800
0,15	h	Oficial albañil.	16,50	2,4750
0,15	h	Peón ordinario.	13,20	1,9800
		Suma		97,3594
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		5,8416
		Suma		103,2010
		Redondeo		-0,0010
		<b>Total €/ml</b>		<b>103,20</b>

Ud. Cimentación en vial para báculo de alumbrado público de 10 metros de altura y 1,5 metros de radio de curvatura, en cualquier tipo de terreno, hormigón en masa de 250 Kg/cm<sup>2</sup>, de 1,00x1,00x1,20 metros, con cuatro pernos de anclaje cadmiados de 25 mm de diámetro (M24) y 1.150 milímetros de longitud incluido el gancho, incluso transporte a vertedero, totalmente acabado.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,200	m <sup>3</sup>	Excavación de cimentación en cualquier tipo de terreno, incluso roca, de 1,00x1,00x1,20 metros con medios mecánicos o manuales.	8,16	9,7920
1,200	m <sup>3</sup>	Hormigon de 250 Kg/cm <sup>2</sup>	66,35	79,6200
1,200	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	15,8400
1,00	ud	Placa de anclaje de nivelación para columna de 10 m de altura compuesta por 4 pernos cadmiados de 1,15 metros de longitud y respectivos conjuntos de tuerca y contratuerca de fijación M24.	35,74	35,7400
2,00	m	Tubo de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	2,04	4,0800
0,25	h	Oficial albañil.	16,50	4,1250
0,25	h	Peón ordinario.	13,20	3,3000
		Suma		152,4970
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		9,1498
		Suma		161,6468
		Redondeo		+0,0032
		<b>Total €/ml</b>		<b>161,65</b>

Ud. Cimentación en vial para farola hasta 6 metros, en cualquier tipo de terreno, hormigón en masa de 250 Kg/cm<sup>2</sup>, de 0,50x0,50x0,80 metros, con cuatro pernos de anclaje cadmiados de 20 mm de diámetro (M20) y 600 milímetros de longitud incluido el gancho, incluso transporte a vertedero, totalmente acabado.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,200	m <sup>3</sup>	Excavación de cimentación en cualquier tipo de terreno, incluso roca, de 0,50x0,50x0,80 metros con medios mecánicos o manuales.	8,16	1,6320
0,200	m <sup>3</sup>	Hormigon de 250 Kg/cm <sup>2</sup>	66,35	13,2700
0,200	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	2,6400



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 27 de 334

1,00	ud	Placa de anclaje de nivelación para columna de 6 m de altura compuesta por 4 pernos cadmiados de 0,60 metros de longitud y respectivos conjuntos de tuerca y contratuerca de fijación M20.	25,54	25,5400
2,00	m	Tubo de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	2,04	4,0800
0,12	h	Oficial albañil.	16,50	1,9800
0,12	h	Peón ordinario.	13,20	1,5840
		Suma		50,7260
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		3,0436
		Suma		53,7696
		Redondeo		+0,0004
		<b>Total €/ml</b>		<b>53,77</b>

Ud. Cimentación en zona verde para farola hasta 6 metros, en cualquier tipo de terreno, hormigón en masa de 250 Kg/cm<sup>2</sup>, de 0,80x0,80x1,00 metros, con cuatro pernos de anclaje cadmiados de 20 mm de diámetro (M20) y 800 milímetros de longitud incluido el gancho, incluso transporte a vertedero, totalmente acabado.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,640	m <sup>3</sup>	Excavación de cimentación en cualquier tipo de terreno, incluso roca, de 0,80x0,80x1,00 metros con medios mecánicos o manuales.	8,16	5,2224
0,640	m <sup>3</sup>	Hormigón de 250 Kg/cm <sup>2</sup>	66,35	42,4640
0,640	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	8,44800
1,00	ud	Placa de anclaje de nivelación para columna de 6 m de altura compuesta por 4 pernos cadmiados de 0,80 metros de longitud y respectivos conjuntos de tuerca y contratuerca de fijación M20.	27,94	27,9400
2,00	m	Tubo de PVC corrugado doble capa D.I. 75 mm.	2,04	4,0800
0,15	h	Oficial albañil.	16,50	2,4750
0,15	h	Peón ordinario.	13,20	1,9800
		Suma		92,6094
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		5,5566
		Suma		98,1660
		Redondeo		+0,0040
		<b>Total €/ml</b>		<b>98,17</b>

Ud. Arqueta de registro de hormigón prefabricado o de fábrica de ladrillo de 0,40x0,40 m de dimensiones interiores sin fondo, solera de gravilla, tapa de fundición dúctil con anagrama de ALUMBRADO.

Sin descomposición **Total €/Ud 47,05**

MI. Demolición de acera existente para instalación de canalizaciones y reposición de la misma, incluso relleno de zanjas con zahorra artificial, solera de hormigón e instalación de pavimento similar al existente tomado con mortero de cemento, totalmente terminado.

Sin descomposición **Total €/ml 31,21**

MI. Demolición y reposición de aglomerado asfáltico para instalación de canalizaciones en calzada con unas dimensiones medias de 0,65 x 0,60 m y 10 cm de espesor, incluso corte de asfalto con medios mecánicos, hormigón de protección, riego de imprimación (mezcla bituminosa tipo similar al existente) y curado con "Slurry" en frío, totalmente

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 28 de 334

terminado.

Sin descomposición **Total €/ml 43,81**

## CAPÍTULO 2: MATERIAL ELÉCTRICO

MI. Red subterránea de alumbrado público compuesta por conductor tetrapolar formado por tres fases y neutro de 6 mm<sup>2</sup> de sección cada uno de ellos claramente identificados, conductor unipolar de 6 mm<sup>2</sup> de sección para la línea de mando del reductor de flujo, conductor unipolar de reserva de 6 mm<sup>2</sup> de sección, todos ellos libres de halógenos, no propagadores de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV en PVC de cobre s/norma UNE 21123, colocado incluso conexionado a cuadros de alumbrado o farolas, terminado y en servicio.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00	m	Conductor tetrapolar de cobre de sección 3x6+1x6 mm <sup>2</sup> libre de halógenos, no propagador de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV en PVC.	3,45	3,4500
1,00	m	Red de mando para reducción de flujo compuesta por dos (2) conductores unipolares de cobre de 6 mm <sup>2</sup> de sección libre de halógenos, no propagador de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV en PVC.	1,74	1,7400
2,00	%	Despuntos y pérdidas.		0,1038
1,00	PA	Material de fijación y señalización.	1,25	1,2500
0,01	h	Oficial electricista.	16,50	0,1650
0,01	h	Peón electricista.	13,20	0,1320
		Suma		6,8408
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		0,4104
		Suma		7,2512
		Redondeo		-0,0012
		<b>Total €/ml</b>		<b>7,25</b>

Ud. Columna troncocónica (conicidad 12,5‰) de 10 m de altura y 76 mm de diámetro en punta para luminaria, construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 y pintado para protección en ambientes marinos según ISO 12944 entorno C3 y durabilidad de 10 años, de 4 mm de espesor, homologada s/RD 2642/1985, portezuela de registro a 2,5 m de altura, cableado interior de conexión, caja de conexiones, totalmente instalada y en servicio, modelo AM-10/C o similar.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00	ud	Columna de 10 m de altura, 76 mm de diámetro en punta, en chapa de acero galvanizada en caliente, de 4 mm de espesor.	324,90	324,9000
8,00	ml	Conductor de cobre de 3x2,5 mm <sup>2</sup> (fase, neutro y tierra), libre de halógenos, no propagador de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV.	1,22	9,7600
8,00	ml	Conductor de cobre para control del flujo de 2,5 mm <sup>2</sup> , libre de halógenos, no propagador de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV.	0,44	3,5200



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 29 de 334

4,50	ml	Conductor de cobre sección mínima 1x16 mm <sup>2</sup> , para conexión a red de tierra, aislamiento y cubierta de PVC color verde-amarillo, tensión asignada 0,45/0,75 KV.	1,51	6,7950
2,00	%	Despuntos y pérdidas.		0,4015
1,00	PA	Material de fijación y señalización.	1,25	1,2500
1,00	ud	Caja de derivación aislante Himel o similar, incluso fusibles.	10,95	10,9500
0,25	h	Camión grúa hasta 15 metros.	55,60	13,9000
0,35	h	Peón electricista.	13,20	4,6200
		Suma		376,0965
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		22,5658
		Suma		398,6623
		Redondeo		-0,0023
		<b>Total €/Ud</b>		<b>398,66</b>

Ud. Báculo troncocónico (conicidad 12,5‰) de 10 m de altura, radio de curvatura de 1,5 metros y 60 mm de diámetro en punta para luminaria, construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 y pintado para protección en ambientes marinos según ISO 12944 entorno C3 y durabilidad de 10 años, de 4 mm de espesor, homologada s/RD 2642/1985, portezuela de registro a 2,5 m de altura, cableado interior de conexión, caja de conexiones, totalmente instalada y en servicio, modelo AM-10/B o similar.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00	ud	Columna de 10 m de altura, 76 mm de diámetro en punta, en chapa de acero galvanizada en caliente, de 4 mm de espesor.	437,60	437,6000
11,00	ml	Conductor de cobre de 3x2,5 mm <sup>2</sup> (fase, neutro y tierra), libre de halógenos, no propagador de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV.	1,22	13,4200
11,00	ml	Conductor de cobre para control del flujo de 2,5 mm <sup>2</sup> , libre de halógenos, no propagador de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV.	0,44	4,8400
4,50	ml	Conductor de cobre sección mínima 1x16 mm <sup>2</sup> , para conexión a red de tierra, aislamiento y cubierta de PVC color verde-amarillo, tensión asignada 0,45/0,75 KV.	1,51	6,7950
2,00	%	Despuntos y pérdidas.		0,5011
1,00	PA	Material de fijación y señalización.	1,25	1,2500
1,00	ud	Caja de derivación aislante Himel o similar, incluso fusibles.	10,95	10,9500
0,25	h	Camión grúa hasta 15 metros.	55,60	13,9000
0,35	h	Peón electricista.	13,20	4,6200
		Suma		493,8761
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		29,6326
		Suma		523,5087
		Redondeo		+0,0013
		<b>Total €/Ud</b>		<b>523,51</b>

Ud. Columna troncocónica ornamental (conicidad 12,5‰) de 6 m de altura y 60 mm de diámetro en punta para luminaria, construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 y pintado para protección en ambientes marinos según ISO 12944 entorno C3 y

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 30 de 334

durabilidad de 10 años, de 3 mm de espesor, homologada s/RD 2642/1985, portezuela de registro a 2,5 m de altura enrasada, cableado interior de conexión, caja de conexiones, totalmente instalada y en servicio, modelo AM-10/C o similar.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00	ud	Columna de 6 m de altura, 60 mm de diámetro en punta, en chapa de acero galvanizada en caliente, de 3 mm de espesor.	279,50	279,5000
4,00	ml	Conductor de cobre de 3x2,5 mm <sup>2</sup> (fase, neutro y tierra), libre de halógenos, no propagador de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV.	1,22	4,8800
4,00	ml	Conductor de cobre para control del flujo de 2,5 mm <sup>2</sup> , libre de halógenos, no propagador de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV.	0,44	1,7600
4,50	ml	Conductor de cobre sección mínima 1x16 mm <sup>2</sup> , para conexión a red de tierra, aislamiento y cubierta de PVC color verde-amarillo, tensión asignada 0,45/0,75 KV.	1,51	6,7950
2,00	%	Despuntos y pérdidas.		0,2687
1,00	PA	Material de fijación y señalización	1,25	1,2500
1,00	ud	Caja de derivación aislante Himel o similar, incluso fusibles.	10,95	10,9500
0,25	h	Camión grúa hasta 15 metros.	55,60	13,9000
0,35	h	Peón electricista.	13,20	4,6200
			Suma	323,9237
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		19,4354
			Suma	343,3591
			Redondeo	+0,0009
			<b>Total €/Ud</b>	<b>343,36</b>

Ud. Luminaria hermética doble nivel en vial, grado de hermeticidad IP-66 y resistencia a los impactos IK-08, constituida por cuerpo y capó de fundición de aluminio inyectado y pintado en gris metalizado, compuesto por dos piezas articuladas entre ellas, con brazo autoblocante, formado por dos compartimentos, uno con el bloque óptico y otro con los auxiliares eléctricos; bloque óptico constituido por reflector de aluminio de alta pureza, abrillantado y anodizado, con cierre compuesto por vidrio liso curvo templado sellado con silicona a reflector de aluminio; placa de auxiliares eléctricos desmontable y pieza giratoria de fijación para instalación lateral o vertical, para lámparas de hasta 100 w de VSAP, tipo ONIX-2 de Socelec o similar, incluso colocada a columna y conexiones, totalmente acabada y en servicio.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00	ud	Luminaria hermética doble nivel para lámpara de VSAP de 100 w, IP-66, y equipo de encendido adecuado para dicha potencia.	473,00	473,0000
1,00	ud	Lámpara tubular de 100 w VSAP.	20,82	20,8200
1,00	ud	Portafusibles omipolar con fusibles de 6 A.	3,97	3,9700
1,00	ud	Pequeño material.	1,15	1,1500
0,30	h	Peón electricista.	13,20	3,9600
			Suma	502,9000
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		30,1740
			Suma	533,0740
			Redondeo	-0,0040



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 31 de 334

**Total €/Ud 533,07**

- Ud. Luminaria hermética doble nivel en vial, grado de hermeticidad IP-66 y resistencia a los impactos IK-08, constituida por cuerpo y capó de fundición de aluminio inyectado y pintado en gris metalizado, compuesto por dos piezas articuladas entre ellas, con brazo autoblocante, formado por dos compartimentos, uno con el bloque óptico y otro con los auxiliares eléctricos; bloque óptico constituido por reflector de aluminio de alta pureza, abrillantado y anodizado, con cierre compuesto por vidrio liso curvo templado sellado con silicona a reflector de aluminio; placa de auxiliares eléctricos desmontable y pieza giratoria de fijación para instalación lateral o vertical, para lámparas de hasta 70 w de VSAP, tipo ONIX-2 de Socelec o similar, incluso colocada a columna y conexiones, totalmente acabada y en servicio.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00	ud	Luminaria hermética doble nivel para lámpara de VSAP de 70 w, IP-66, y equipo de encendido adecuado para dicha potencia.	437,00	437,0000
1,00	ud	Lámpara tubular de 70 w VSAP.	18,25	18,2500
1,00	ud	Portafusibles omnipolar con fusibles de 6 A.	3,97	3,9700
1,00	ud	Pequeño material.	1,15	1,1500
0,30	h	Peón electricista.	13,20	3,9600
		Suma		464,3300
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		27,8598
		Suma		492,1898
		Redondeo		+0,0002
		<b>Total €/Ud</b>		<b>492,19</b>

- Ud. Luminaria hermética doble nivel en viales y espacios libres, grado de hermeticidad del bloque óptico IP-66 Sealsafe y resistencia a los impactos IK-10, para fijación vertical, estructura del cuerpo constituido por corona y fijación de fundición de aluminio inyectado, embutido y pintado y capó semiesférico de aluminio embutido pintado; bloque óptico constituido por un reflector de aluminio de alta pureza, abrillantado y anodizado, con un cierre compuesto por protector de policarbonato termoformado estructurado, con placa de auxiliares eléctricos desmontable, para lámparas de hasta 70 w de halogenuros metálicos de color corregido, tipo ARAMIS de Socelec o similar, incluso colocada a columna y conexiones, totalmente acabada y en servicio.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00	ud	Luminaria hermética doble nivel para lámpara de HMCC de 70 w, IP-66, y equipo de encendido adecuado para dicha potencia.	431,00	431,0000
1,00	ud	Lámpara tubular de 70 w HMCC.	22,87	22,8700
1,00	ud	Portafusibles omnipolar con fusibles de 6 A.	3,97	3,9700
1,00	ud	Pequeño material.	1,15	1,1500
0,30	h	Peón electricista.	13,20	3,9600
		Suma		462,9500
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		27,7770
		Suma		490,7270
		Redondeo		+0,0030
		<b>Total €/Ud</b>		<b>490,73</b>

- Ud. Centro de mando para alumbrado público tipo Ayuntamiento, envolvente metálica construida en acero inoxidable, para cinco (5) salidas, incluso equipo de medida trifásico de energía activa doble tarifa, maxímetro y reactiva, con transformadores de



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 32 de 334

intensidad, totalmente instalado y en servicio.

Sin descomposición **Total €/Ud 4.860,25**

Ud. Equipo de Medida trifásico de energía activa doble tarifa, maxímetro y reactiva, con transformadores de intensidad, colocado y en servicio.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00	ud	Equipo de medida trifásico.	186,19	186,1900
0,30	h	Peón electricista.	13,20	3,9600
		Suma		190,1500
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		11,4090
		Suma		201,5590
		Redondeo		0,0010
		<b>Total €/Ud</b>		<b>201,56</b>

### CAPÍTULO 3: PUESTA A TIERRA

Ud. Puesta a tierra de las masas constituida por pica de acero de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, incluso cable de cobre aislado para una tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento verde-amarillo de 16 mm<sup>2</sup> de sección, según norma UNE 21123, incluso instalación, pequeño material accesorio, despuntes y pérdidas y mano de obra, colocada.

Sin descomposición **Total €/Ud 39,07**

MI. Conductor para conexión de las puestas a tierra, formado por conductor de cobre aislado para una tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento verde-amarillo de 16 mm<sup>2</sup> de sección, incluso instalación, pequeño material accesorio y mano de obra, colocada.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00	m	Conductor unipolar de cobre de sección mínima 1x16 mm <sup>2</sup> , para red de tierra, aislamiento y cubierta de PVC color verde-amarillo, tensión asignada 0,45/0,75 KV.	1,51	1,5100
2,00	%	Despuntes y pérdidas.		0,0302
1,00	PA	Material de fijación y señalización.	1,25	1,2500
0,03	h	Peón electricista.	13,20	0,3960
		Suma		3,1862
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		0,1912
		Suma		3,3774
		Redondeo		+0,0026
		<b>Total €/ml</b>		<b>3,38</b>

### CAPÍTULO 4: VARIOS

PA Material auxiliar, incluso candados, mano de obra en marcado de conductores, terminales y numeración de armarios, etiquetas, placas de peligro de muerte y su colocación.

Sin descomposición **Total €/PA 89,90**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 33 de 334

PA Medición y comprobación de fugas de corriente y puesta a tierra de líneas subterráneas de baja tensión.

Sin descomposición **Total €/PA 350,00**

PA Certificado OCA, según normativa de D.G. Industria.

Sin descomposición **Total €/PA 500,00**

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 34 de 334

## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.**

Para la realización de los cálculos que siguen a continuación se tendrá en cuenta que la potencia nominal de las lámparas de descarga se ha multiplicado por 1,8 veces, para obtener voltios-amperios (VA), según la ITC-BT-09, apartado 3.

#### **1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA.**

Para atender a las necesidades anteriormente indicadas, se emplearán:

- Vial A:	12 puntos de luz.	1.200 w.
- Vial B-1:	3 puntos de luz.	300 w.
- Vial B-2:	6 puntos de luz.	600 w.
- Vial C:	6 puntos de luz.	600 w.
- Vial D:	2 puntos de luz.	140 w.
- Vial E:	12 puntos de luz.	1.200 w.
- Vial F:	4 puntos de luz.	280 w.
- Vial G:	3 puntos de luz.	300 w.
- Vial H:	2 puntos de luz.	200 w.
- Vial I:	18 puntos de luz.	1.260 w.

El Centro de Mando previsto se encuentra ubicado en la calle B-2, próximo al nuevo centro de transformación de 400+630 KVA a instalar, y del que partirán cinco circuitos. El circuito 1 alimentará los puntos de luz de los viales A, B-1, D, E, F y G; el circuito 2 alimentará los puntos de luz de los viales A, B-1, B-2, C, E y F; El circuito 3 alimentará los puntos de luz de los viales B-2, C y E; los circuitos 4 y 5 alimentará los puntos de luz de los viales I.

Los puntos de luz a instalar en el vial H se conectarán al alumbrado existente.

El consumo de las lámparas alimentadas desde el Centro de Mando a instalar será de 5.880 w. Suponiendo un consumo del 16% para los equipos auxiliares que instalan lámparas de 100 w y del 20% para los equipos auxiliares que instalan lámparas de 70 w, el consumo total de las luminarias conectadas al Centro de Mando a instalar será de 6.888 w.

Si llegado el caso fuera necesario iluminar la carretera existente RM MU-312 (carretera a Cabo de Palos), se debería aumentar la potencia demandada en la cuantía suficiente para garantizar la demanda de potencia, que se estima en 2.320 w.

Con lo anteriormente expuesto, **la potencia total demandada por el centro de mando sería de 9.208 w.**

El consumo de las lámparas alimentadas desde el alumbrado existente será de 200 w. Suponiendo un consumo del 16% para los equipos auxiliares que instalan lámparas de 100 w, el consumo total de las luminarias conectadas al alumbrado existente será de 232 w.

#### **1.2. CÁLCULO DE LÍNEAS Y CIRCUITOS.**

Para el cálculo de la red de alimentación eléctrica, y en concreto la sección de los conductores se ha utilizado la conocida fórmula:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 35 de 334

$$S = \frac{P \cdot L}{V \cdot \gamma \cdot e}$$

Donde:

- S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.
- P = Potencia de cálculo (w).
- L = Longitud del tramo (m).
- V = Tensión nominal (V).
- $\gamma$  = Conductividad del cobre (56).
- e = Caída de tensión admisible (V).

En este caso, la potencia de cálculo es la correspondiente a la de la lámpara multiplicada por el coeficiente 1,8 previsto en la ITC-BT-09 del RBT para de esta forma tener en cuenta los incrementos de consumo debidos a los propios receptores, a sus elementos asociados (equipos auxiliares), a sus corrientes armónicas, puntas de arranque y desequilibrio de fases, líneas, etc. Al tratarse de una distribución trifásica, se considerará la distancia simple hasta el origen de la instalación, y en ningún caso se admitirán caídas de tensión mayores del 3% de la tensión nominal.

### 1.2.1. INTENSIDADES.

Dadas las características de la red, con numerosos receptores y ramificaciones, se recurre a un proceso de cálculo mediante un programa informático realizado por el autor del proyecto, en el que los resultados se dan en forma de tablas cuyas columnas tienen el siguiente significado:

Longitud: Indica la longitud del tramo (distancia entre receptores).

Potencia: Expresa la potencia total del consumo de las lámparas que se abastecen a través del tramo multiplicada por (1,8 · 1,2) para compensar el tipo de lámpara y el consumo de los equipos auxiliares.

L · w: Indica el momento del tramo, que es el producto de la potencia total del consumo de las lámparas que se abastecen a través del tramo, multiplicada por la longitud del tramo.

Sección (mm<sup>2</sup>): Se indica la sección del conductor que hay que colocar en cada tramo; como resultado del cálculo.

Ramal: Indica el tramo correspondiente, enumerándose partiendo del Centro de Mando, o de los ramales correspondientes de las distintas ramificaciones.

Caída de tensión unitaria: Expresa la caída de tensión en % de cada tramo.

Caída de tensión total: Expresa la caída de tensión total desde el Centro de Mando al último punto de consumo del ramal, no admitiéndose caídas de tensión, en ningún caso, superiores al 3%.

Intensidad de arranque: Indica la intensidad en amperios de la corriente que circula por el tramo en el momento del arranque, teniendo en cuenta el consumo de las lámparas que se abastecen a través de él, y sin tener en cuenta el consumo de los equipos auxiliares.

Intensidad de funcionamiento: Indica la intensidad en amperios de la corriente que circula por el tramo, teniendo en cuenta el consumo de las lámparas que se abastecen a través de él, y sin tener en cuenta el consumo de los equipos auxiliares.

Este proceso de cálculo garantiza sobradamente el cumplimiento de las exigencias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en materia de caída de tensión, dado que las secciones a instalar son siempre superiores (o al menos iguales) a las mínimas necesarias bajo el punto de vista de teoría de circuitos.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 36 de 334

Las hojas de cálculo que justifican todo lo expuesto en planos y sirven de base para la realización del presente proyecto se adjuntan en el apartado 1.3.

### 1.2.2. CAÍDAS DE TENSIÓN.

Ver apartado 1.3.

## 1.3. TABLAS Y RESULTADO DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

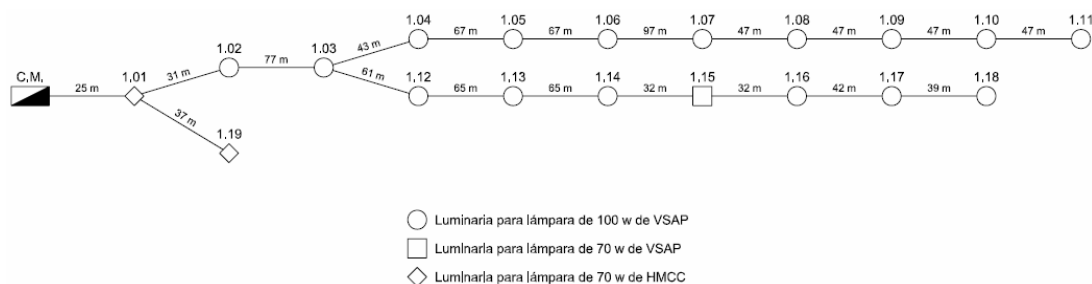
### 1.3.1. CIRCUITO 1.

#### 1.3.1.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 1.

CIRCUITO 1: ALUMBRADO VIARIO											
Tramo	Potencia punto (w)	Potencia acum. (w)	Potencia total (VA)	Long. (m)	SxV (mm <sup>2</sup> ·V)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (%)	Int. Arranque (A)	Int. Funciona. (A)
CM - 1.01	70	2108	3794,4	25	4,2348	6	0,7058	0,7058	0,1765	5,4767	3,0426
1.01 - 1.02	100	1940	3492	31	4,8412	6	0,8069	1,5127	0,3788	5,0492	2,8051
1.02 - 1.03	100	1824	3283,2	77	11,3288	6	1,8881	3,4008	0,8534	4,7569	2,6427
1.03 - 1.04	100	928	1670,4	43	3,2341	6	0,5390	3,9398	0,9934	2,4317	1,3509
1.04 - 1.05	100	812	1461,6	67	4,4152	6	0,7359	4,6757	1,1806	2,1306	1,1837
1.05 - 1.06	100	696	1252,8	67	3,7915	6	0,6319	5,3076	1,3426	1,8296	1,0165
1.06 - 1.07	100	580	1044	97	4,5817	6	0,7636	6,0712	1,5382	1,5271	0,8484
1.07 - 1.08	100	464	835,2	47	1,7794	6	0,2966	6,3678	1,6165	1,2241	0,6800
1.08 - 1.09	100	348	626,4	47	1,3356	6	0,2226	6,5904	1,6743	0,9188	0,5104
1.09 - 1.10	100	232	417,6	47	0,8909	6	0,1485	6,7389	1,7129	0,6129	0,3405
1.10 - 1.11*	100	116	208,8	47	0,4456	6	0,0743	6,8132	1,7325	0,3065	0,1703
1.03 - 1.12	100	780	1404	61	3,8562	6	0,6427	4,0435	1,0195	2,0439	1,1355
1.12 - 1.13	100	664	1195,2	65	3,5036	6	0,5839	4,6274	1,1687	1,7427	0,9682
1.13 - 1.14	100	548	986,4	65	2,8958	6	0,4826	5,1101	1,2925	1,4404	0,8002
1.14 - 1.15	70	432	777,6	32	1,1252	6	0,1875	5,2976	1,3415	1,1369	0,6316
1.15 - 1.16	100	348	626,4	32	0,9069	6	0,1511	5,4488	1,3805	0,9163	0,5090
1.16 - 1.17	100	232	417,6	42	0,7938	6	0,1323	5,5811	1,4145	0,6111	0,3395
1.17 - 1.18	100	116	208,8	39	0,3687	6	0,0614	5,6425	1,4306	0,3056	0,1698
1.01 - 1.19	70	84	151,2	37	0,2502	6	0,0417	0,7475	0,1872	0,2186	0,1215

NOTA: (\*) Tramo de mayor caída de tensión.

#### 1.3.1.2. Esquema eléctrico del Circuito 1.



### 1.3.2. CIRCUITO 2.

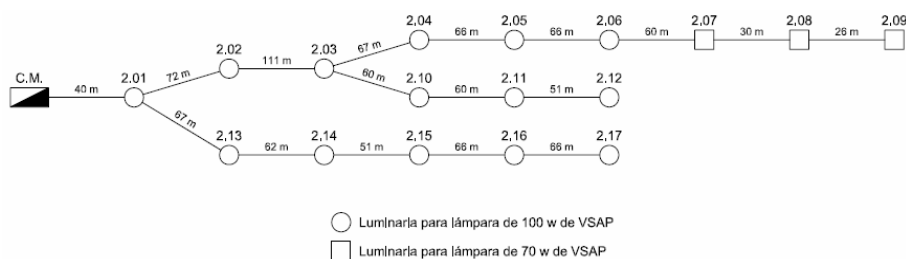
#### 1.3.2.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 2.

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 37 de 334

CIRCUITO 2: ALUMBRADO VIARIO											
Tramo	Potencia punto (w)	Potencia acum. (w)	Potencia total (VA)	Long. (m)	SxV (mm <sup>2</sup> ·V)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (%)	Int. Arranque (A)	Int. Funciona. (A)
CM - 2.01	100	1876	3376,8	40	6,0300	6	1,0050	1,0050	0,2513	4,8740	2,7078
2.01 - 2.02	100	1180	2124,0	72	6,8443	6	1,1407	2,1457	0,5378	3,0735	1,7075
2.02 - 2.03	100	1064	1915,2	111	9,5417	6	1,5903	3,7360	0,9390	2,7793	1,5440
2.03 - 2.04	100	600	1080,0	67	3,2608	6	0,5435	4,2795	1,0800	1,5735	0,8742
2.04 - 2.05	100	484	871,2	66	2,5947	6	0,4324	4,7119	1,1907	1,2711	0,7061
2.05 - 2.06	100	368	662,4	66	1,9750	6	0,3292	5,0411	1,2753	0,9675	0,5375
2.06 - 2.07	70	252	453,6	60	1,2305	6	0,2051	5,2462	1,3283	0,6631	0,3684
2.07 - 2.08	70	168	302,4	30	0,4104	6	0,0684	5,3146	1,3463	0,4423	0,2457
2.08 - 2.09*	70	84	151,2	26	0,1779	6	0,0296	5,3442	1,3540	0,2212	0,1229
2.03 - 2.10	100	348	626,4	60	1,6937	6	0,2823	4,0183	1,0140	0,9127	0,5070
2.10 - 2.11	100	232	417,6	60	1,1299	6	0,1883	4,2066	1,0623	0,6089	0,3383
2.11 - 2.12	100	116	208,8	51	0,4804	6	0,0801	4,2867	1,0831	0,3046	0,1692
2.01 - 2.13	100	580	1044,0	67	3,1305	6	0,5218	1,5268	0,3827	1,5107	0,8393
2.13 - 2.14	100	464	835,2	62	2,3206	6	0,3868	1,9135	0,4802	1,2101	0,6723
2.14 - 2.15	100	348	626,4	51	1,4330	6	0,2388	2,1524	0,5407	0,9085	0,5047
2.15 - 2.16	100	232	417,6	66	1,2371	6	0,2062	2,3585	0,5928	0,6060	0,3367
2.16 - 2.17	100	116	208,8	66	0,6189	6	0,1031	2,4617	0,6191	0,3032	0,1684

NOTA: (\*) Tramo de mayor caída de tensión.

### 1.3.2.2. Esquema eléctrico del Circuito 2.



### 1.3.3. CIRCUITO 3.

#### 1.3.3.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 3.

CIRCUITO 3: ALUMBRADO VIARIO											
Tramo	Potencia punto (w)	Potencia acum. (w)	Potencia total (VA)	Long. (m)	SxV (mm <sup>2</sup> ·V)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (%)	Int. Arranque (A)	Int. Funciona. (A)
CM - 3.01	100	1392	2505,6	55	6,1521	6	1,0254	1,0254	0,2563	3,6165	2,0092
3.01 - 3.02	100	1276	2296,8	67	6,8875	6	1,1479	2,1733	0,5447	3,3237	1,8465
3.02 - 3.03	100	1160	2088	67	6,2795	6	1,0466	3,2199	0,8094	3,0302	1,6835
3.03 - 3.04	100	1044	1879,2	35	2,9601	6	0,4933	3,7132	0,9358	2,7344	1,5191
3.04 - 3.05	100	928	1670,4	67	5,0431	6	0,8405	4,5537	1,1491	2,4336	1,3520
3.05 - 3.06	100	812	1461,6	67	4,4221	6	0,7370	5,2907	1,3379	2,1339	1,1855
3.06 - 3.07	100	696	1252,8	53	3,0039	6	0,5007	5,7914	1,4673	1,8325	1,0181
3.07 - 3.08	100	580	1044	47	2,2227	6	0,3705	6,1619	1,5631	1,5290	0,8495
3.08 - 3.09	100	464	835,2	47	1,7798	6	0,2966	6,4585	1,6399	1,2244	0,6802
3.09 - 3.10	100	348	626,4	47	1,3359	6	0,2226	6,6811	1,6977	0,9190	0,5105
3.10 - 3.11	100	232	417,6	47	0,8911	6	0,1485	6,8297	1,7364	0,6130	0,3406
3.11 - 3.12*	100	116	208,8	47	0,4457	6	0,0743	6,9039	1,7560	0,3066	0,1703

NOTA: (\*) Tramo de mayor caída de tensión.

### 1.3.3.2. Esquema eléctrico del Circuito 3.



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 38 de 334



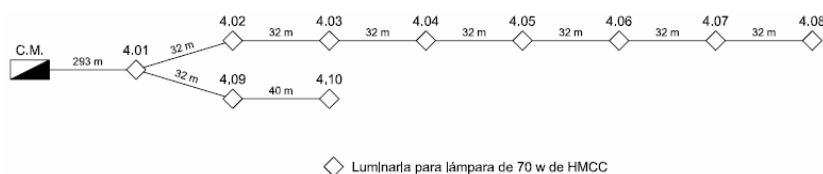
### 1.3.4. CIRCUITO 4.

#### 1.3.4.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 4.

CIRCUITO 4: ALUMBRADO ZONA VERDE JAR 3B											
Tramo	Potencia punto (w)	Potencia acum. (w)	Potencia total (VA)	Long. (m)	SxV (mm²·V)	Sección (mm²)	C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (%)	Int. Arranque (A)	Int. Funciona. (A)
CM - 4.01	70	840	1512,0	293	19,7775	6	3,2963	3,2963	0,8241	2,1824	1,2124
4.01 - 4.02	70	588	1058,4	32	1,5246	6	0,2541	3,5503	0,8950	1,5404	0,8558
4.02 - 4.03	70	504	907,2	32	1,3076	6	0,2179	3,7683	0,9505	1,3212	0,7340
4.03 - 4.04	70	420	756,0	32	1,0903	6	0,1817	3,9500	0,9969	1,1016	0,6120
4.04 - 4.05	70	336	604,8	32	0,8726	6	0,1454	4,0954	1,0341	0,8817	0,4898
4.05 - 4.06	70	252	453,6	32	0,6547	6	0,1091	4,2045	1,0620	0,6615	0,3675
4.06 - 4.07	70	168	302,4	32	0,4366	6	0,0728	4,2773	1,0807	0,4411	0,2451
4.07 - 4.08*	70	84	151,2	32	0,2183	6	0,0364	4,3137	1,0901	0,2206	0,1226
4.01 - 4.09	70	168	302,4	32	0,4356	6	0,0726	3,3688	0,8492	0,4401	0,2445
4.09 - 4.10	70	84	151,2	40	0,2723	6	0,0454	3,4142	0,8608	0,2201	0,1223

NOTA: (\*) Tramo de mayor caída de tensión.

#### 1.3.4.2. Esquema eléctrico del Circuito 4.



### 1.3.5. CIRCUITO 5.

#### 1.3.5.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 5.

CIRCUITO 5: ALUMBRADO ZONA VERDE JAR 4											
Tramo	Potencia punto (w)	Potencia acum. (w)	Potencia total (VA)	Long. (m)	SxV (mm²·V)	Sección (mm²)	C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (%)	Int. Arranque (A)	Int. Funciona. (A)
CM - 5.01	70	672	1209,6	27	1,4580	6	0,2430	0,2430	0,0608	1,7459	0,9699
5.01 - 5.02	70	588	1058,4	32	1,5129	6	0,2522	0,4952	0,1239	1,5286	0,8492
5.02 - 5.03	70	504	907,2	32	1,2976	6	0,2163	0,7114	0,1781	1,3111	0,7284
5.03 - 5.04	70	420	756	32	1,0819	6	0,1803	0,8917	0,2233	1,0931	0,6073
5.04 - 5.05	70	336	604,8	32	0,8659	6	0,1443	1,0361	0,2596	0,8749	0,4861
5.05 - 5.06	70	252	453,6	32	0,6497	6	0,1083	1,1443	0,2868	0,6564	0,3647
5.06 - 5.07	70	168	302,4	32	0,4332	6	0,0722	1,2166	0,3050	0,4377	0,2432
5.07 - 5.08*	70	84	151,2	32	0,2167	6	0,0361	1,2527	0,3141	0,2189	0,1216

NOTA: (\*) Tramo de mayor caída de tensión.

#### 1.3.5.2. Esquema eléctrico del Circuito 5.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 39 de 334

### 1.3.6. CIRCUITO 6.

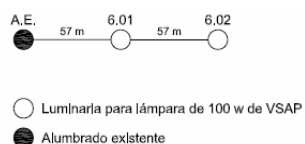
#### 1.3.6.1. Resultados de los cálculos eléctricos del Circuito 6.

Puesto que el circuito 6 se va a conectar a una instalación de alumbrado existente, de la que se desconoce su trazado y la potencia instalada, no es posible determinar la nueva caída de tensión ni el punto en el que se va a manifestar la mayor caída de tensión que se va a producir en dicha instalación como consecuencia de la ampliación proyectada.

No obstante, puesto que la ampliación se va a llevar a cabo en una de las derivaciones, ésta va a introducir unas pérdidas adicionales que se indican en la tabla que se muestra a continuación.

CIRCUITO 6: ALUMBRADO VIARIO											
Tramo	Potencia punto (w)	Potencia acum. (w)	Potencia total (VA)	Long. (m)	SxV (mm²·V)	Sección (mm²)	C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (V)	Suma C.d.t. (%)	Int. Arranque (A)	Int. Funciona. (A)
AE - 6.01	100	232	417,6	57	1,0626	6	0,1771	0,1771	0,0443	0,6028	0,3349
6.01 - 6.02	100	116	208,8	57	0,5316	6	0,0886	0,2657	0,0665	0,3015	0,1675

#### 1.3.6.2. Esquema eléctrico del Circuito 6.



## 2. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.

Para el cálculo de la iluminancia media en servicio se ha utilizado la fórmula:

$$E = \frac{\Phi \cdot F_U \cdot F_C}{S}$$

Donde:

- E = Iluminancia media en luxes.
- $\Phi$  = Flujo luminoso total en lúmenes.
- $F_U$  = Factor de utilización o rendimiento.
- $F_C$  = Factor de conservación o mantenimiento.
- S = Superficie a iluminar en metros cuadrados.

así como otras, que contenidas en un programa informático y partiendo de las curvas Isolux de las luminarias, calculan uniformidades, luminancias, grados de deslumbramiento, etc.

#### 2.1. TABLAS Y RESULTADO DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.

☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... \Alumbrado\AP\_D2\_Calculos\_Vial-A.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Calzada (1)

##### General

Tipo : Rectangular Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : 

##### Geometría

###### Posición de

X : 0,000 Y : 0,000 Z : 0,000

###### Tamaño

Nº X : 13 Interdistancia 2,500 Tamaño X : 30,000  
Nº Y : 8 Interdistancia 1,000 Tamaño Y : 7,000

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta : Normal  
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X : -60,000 Y : 3,500 Z : 1,500

##### Superficie de la

Tabla R : R2007 Qo : 0,07

#### • Malla principal (TI) (4)

##### General

Tipo : Rectangular Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : 

##### Geometría

###### Posición de

X : 0,000 Y : 0,000 Z : 0,000

###### Tamaño

Nº X : 13 Interdistancia 2,500 Tamaño X : 30,000  
Nº Y : 8 Interdistancia 1,000 Tamaño Y : 7,000

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta : Normal  
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X : -60,000 Y : 3,500 Z : 1,500

##### Superficie de la

Tabla R : R2007 Qo : 0,07

#### • Centro del carril inferior (5)

##### General

Tipo : Lineal Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : 

**Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Centro del carril superior (6)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ dX :  dY :  dZ : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Aparcamiento inferior (7)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ dX :  dY :  dZ : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Acera inferior (8)**

**General**

Tipo : Rectangular

Activado : ☒Máscaras ☒Color : **Geometría****Posición de**

X : 0,000

Y : -8,000

Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 13

Interdistancia 2,500

Tamaño X : 30,000

Nº Y : 4

Interdistancia 1,000

Tamaño Y : 3,000

**Cálculo**Iluminancia : ☒

Faceta : Normal

Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐

dX : -60,000

dY : 3,500

dZ : 1,500

**Superficie de la**

Tabla R : R2007

Qo : 0,07

**• Aparcamiento superior (9)****General**

Tipo : Rectangular

Activado : ☒Máscaras ☒Color : **Geometría****Posición de**

X : 0,000

Y : 7,000

Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 13

Interdistancia 2,500

Tamaño X : 30,000

Nº Y : 6

Interdistancia 1,000

Tamaño Y : 5,000

**Cálculo**Iluminancia : ☒

Faceta : Normal

Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐

dX : -60,000

dY : 3,500

dZ : 1,500

**Superficie de la**

Tabla R : R2007

Qo : 0,07

**• Acera superior (10)****General**

Tipo : Rectangular

Activado : ☒Máscaras ☒Color : **Geometría****Posición de**

X : 0,000

Y : 12,000

Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 13

Interdistancia 2,500

Tamaño X : 30,000

Nº Y : 4

Interdistancia 1,000

Tamaño Y : 3,000

**Cálculo**Iluminancia : ☒

Faceta : Normal

Luminancia : ☒

**Posición del**Móvil : ☐

dX : -60,000

dY : 3,500

dZ : 1,500

**Superficie de la**

Tabla R : R2007

Qo : 0,07

**Resumen****Resumen sobre las mallas**

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Calzada (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,9	27,2	12,8	21,6	46,1
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,51	1,30	0,82	39,5	62,9

Malla principal (TI) (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,9	27,2	12,8	21,6	46,1
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,51	1,30	0,82	39,5	62,9

Centro del carril inferior (5)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	8,4	20,7	13,0	40,7	65,1
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,56	1,00	0,75	55,5	74,6

Centro del carril superior (6)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	8,4	20,7	13,0	40,7	65,1
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,56	1,04	0,82	54,3	68,6

Aparcamiento inferior (7)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,3	27,2	8,7	8,4	26,1
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,20	1,17	0,50	17,4	40,6

Acera inferior (8)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	1,3	16,7	5,0	7,7	25,5
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,11	0,69	0,28	16,5	41,4

Aparcamiento superior (9)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,3	27,2	8,7	8,3	25,9
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,31	1,24	0,68	25,0	45,7

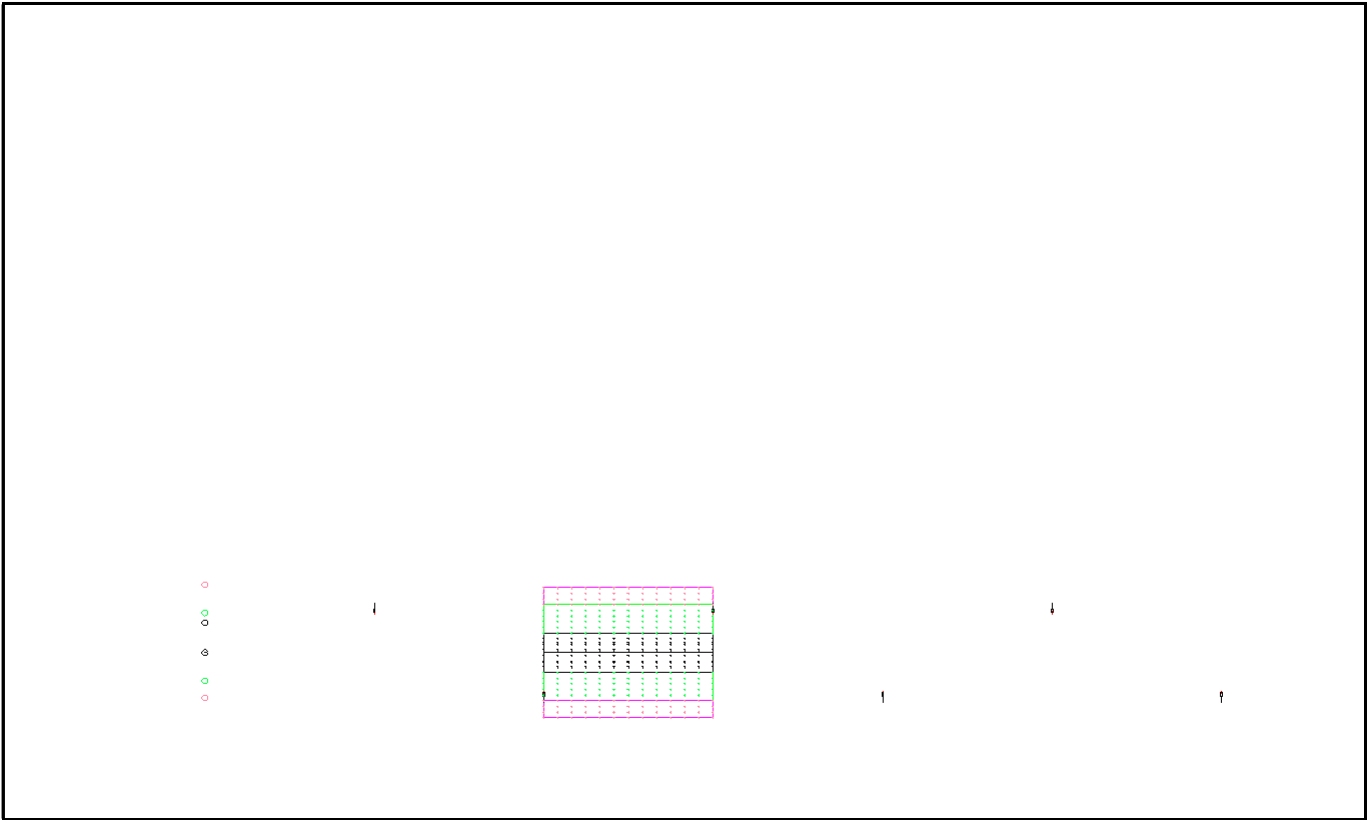
Acera superior (10)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	1,3	16,7	5,0	7,5	25,1
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,16	0,71	0,39	22,7	41,4

**Resumen de los observadores**

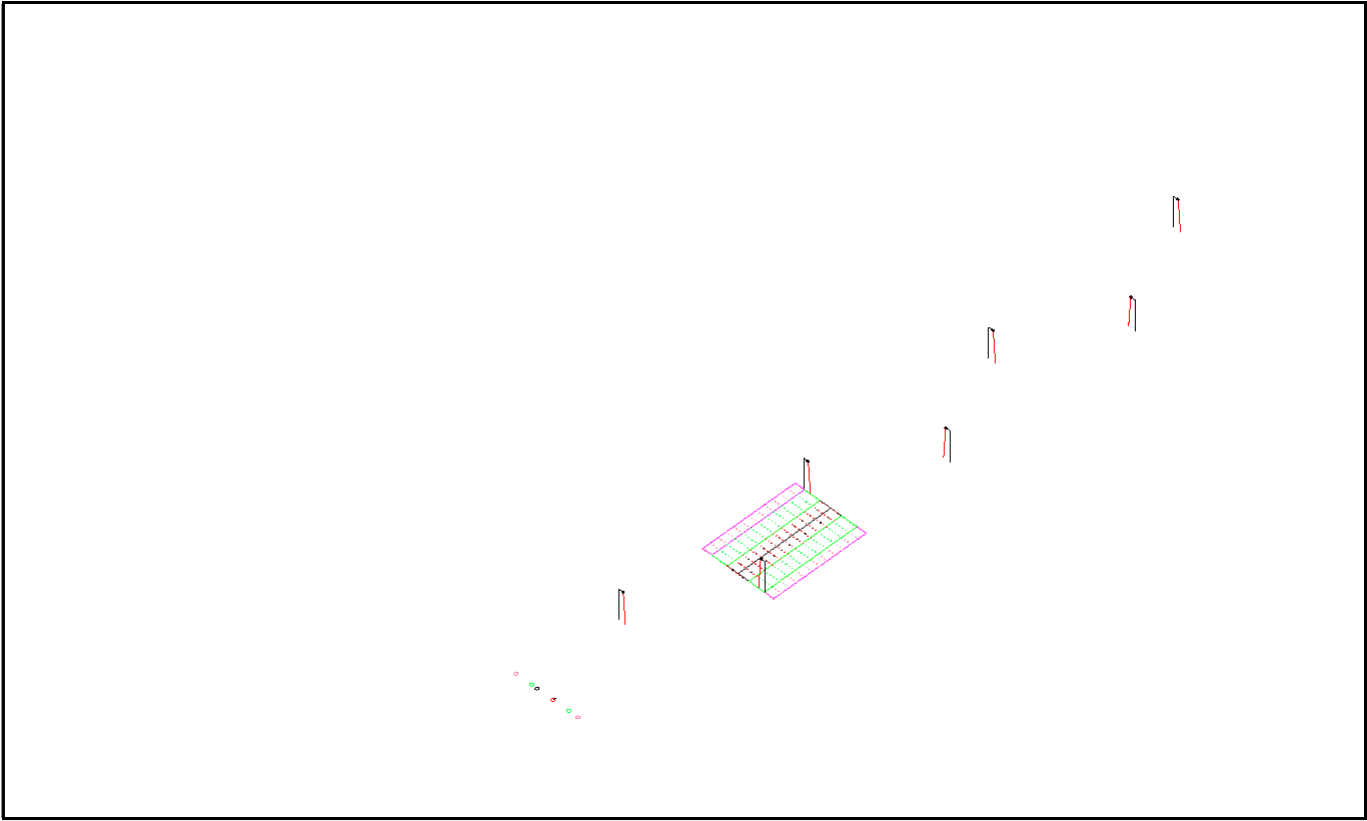
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,500, 1,500)	VL Mínimo [cd/m <sup>2</sup> ] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,500, 1,500)	VL Máximo [cd/m <sup>2</sup> ] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,500, 1,500)	TI Mínimo [%] :	4,9	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,500, 1,500)	TI Máximo [%] :	4,9	Dirección [°] :	0



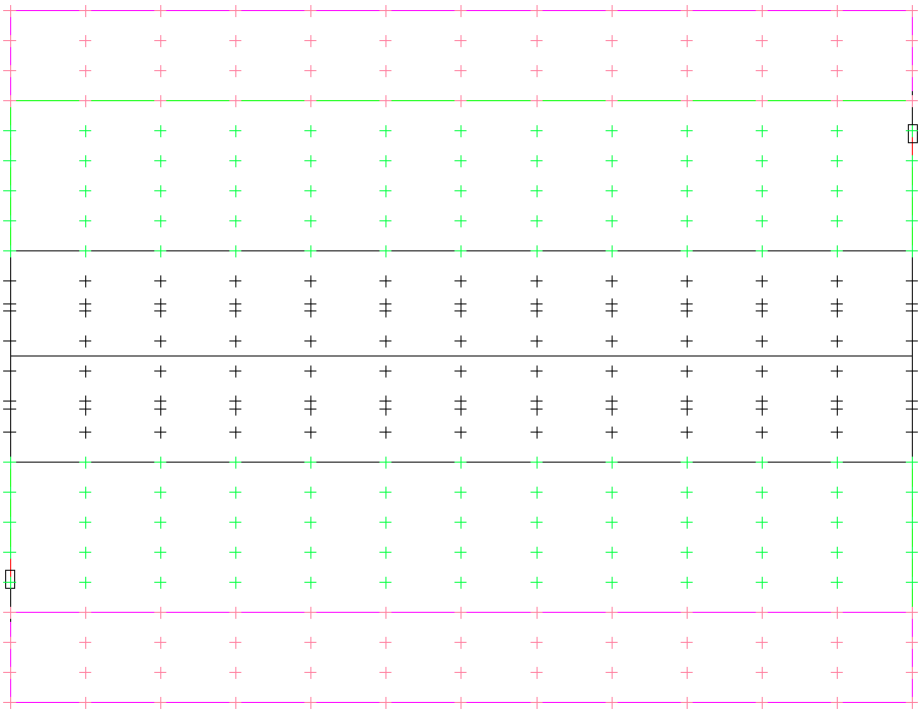
Vista en planta Configuración (1)



Vista en 3D Configuración (1)



Vista actual Configuración (1)



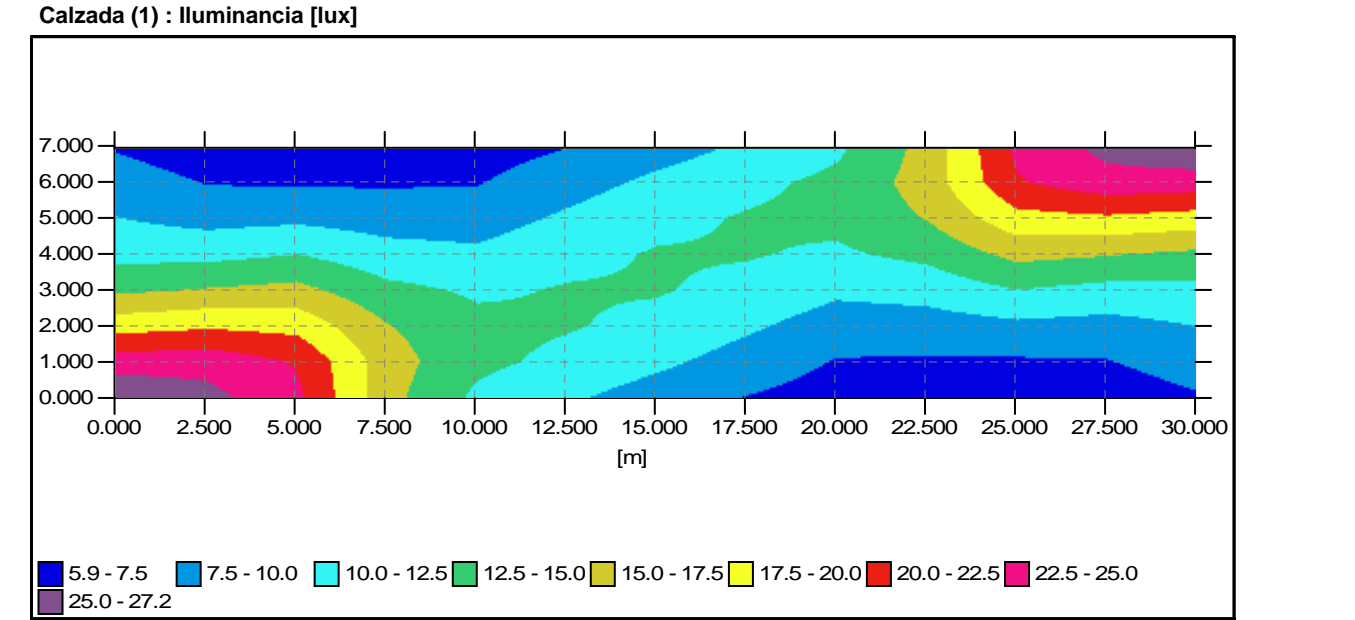
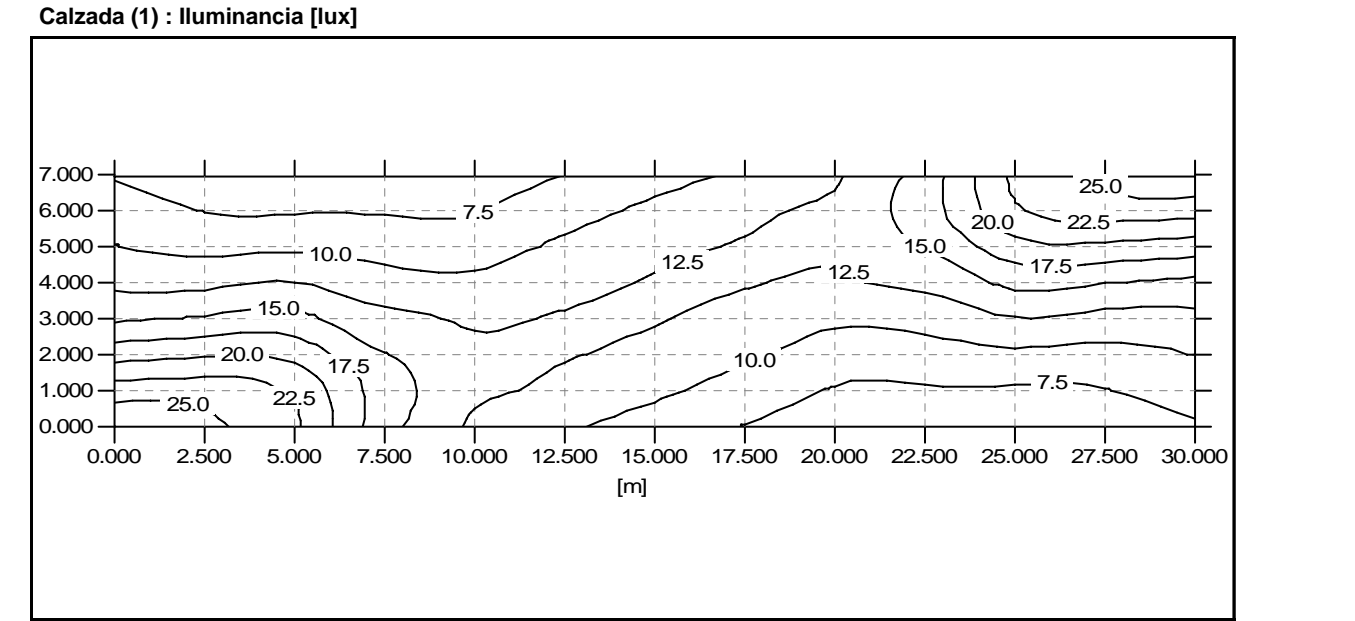
Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Calzada (1) : Iluminancia [lux]

Mín : 5,9 luxMed (A) 12,8 luxMáx : 27,2 luxUo : 46,1 %Ug : 21,6 %

7,000	7,2	6,0	5,9	6,0	6,5	7,4	8,8	10,4	12,0	15,8	23,1	25,8	27,2
6,000	8,8	7,4	7,2	7,2	7,4	8,9	10,6	11,9	13,1	16,1	22,3	24,0	23,7
5,000	10,1	9,2	9,5	8,9	8,8	10,4	11,9	12,7	13,1	15,1	19,2	19,6	18,9
4,000	11,8	11,7	12,5	10,9	10,5	11,9	12,7	12,7	12,1	13,1	15,7	15,2	14,5
3,000	14,5	15,2	15,7	13,1	12,1	12,7	12,7	11,9	10,5	10,9	12,5	11,7	11,8
2,000	18,9	19,6	19,1	15,1	13,1	12,7	11,9	10,4	8,8	8,9	9,5	9,2	10,1
1,000	23,7	24,0	22,3	16,1	13,1	11,9	10,6	8,9	7,4	7,2	7,2	7,4	8,8
0,000	27,2	25,8	23,1	15,8	12,0	10,4	8,8	7,4	6,5	6,1	5,9	6,0	7,2
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

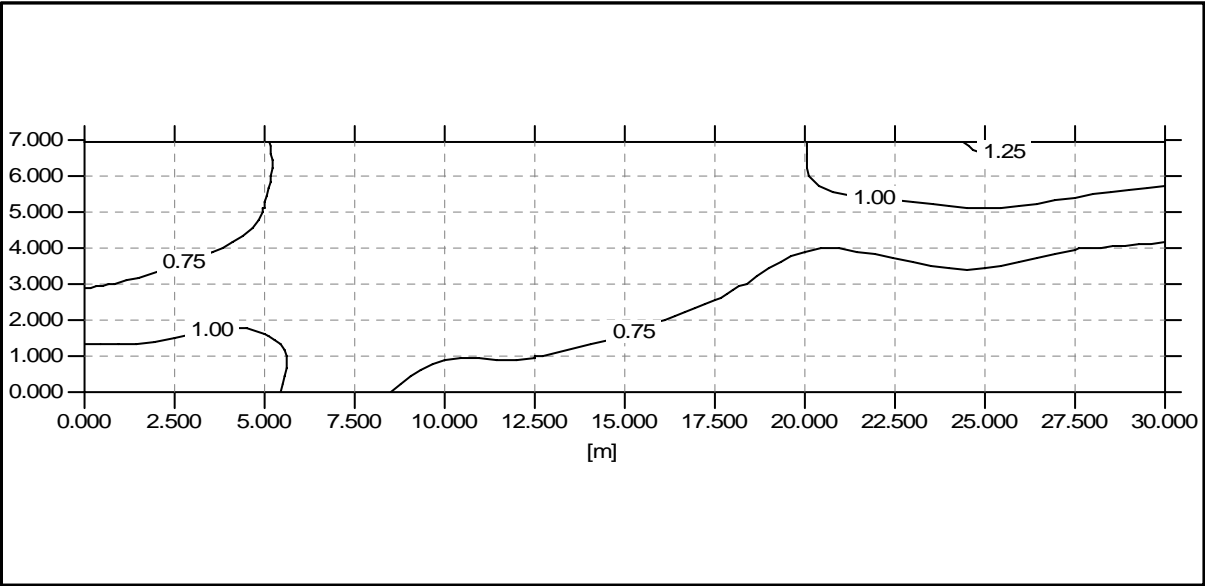


Calzada (1) : Luminancia [cd/m²]

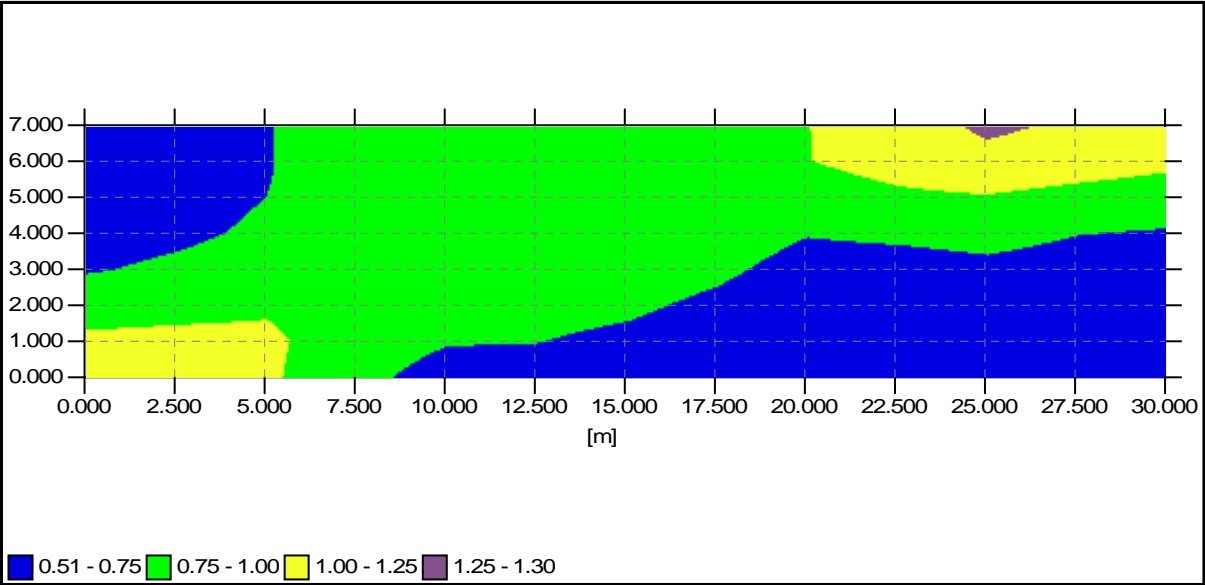
Mín : 0,51 cd/m Med (A) 0,82 cd/m² Máx : 1,30 cd/m² Uo : 62,9 % Ug : 39,5 %

7,000	0,69	0,69	0,74	0,84	0,92	1,00	0,97	0,96	1,00	1,12	1,30	1,21	1,17
6,000	0,68	0,67	0,74	0,83	0,87	0,97	0,97	0,97	0,99	1,08	1,17	1,12	1,05
5,000	0,65	0,67	0,75	0,79	0,84	0,95	0,97	0,97	0,90	0,96	0,99	0,93	0,88
4,000	0,66	0,70	0,79	0,79	0,83	0,94	0,96	0,88	0,76	0,80	0,83	0,76	0,73
3,000	0,73	0,79	0,86	0,80	0,84	0,90	0,89	0,80	0,66	0,65	0,70	0,65	0,66
2,000	0,88	0,92	0,96	0,83	0,82	0,83	0,80	0,70	0,58	0,57	0,59	0,58	0,64
1,000	1,05	1,06	1,05	0,84	0,76	0,76	0,70	0,61	0,52	0,52	0,53	0,56	0,65
0,000	1,17	1,10	1,04	0,80	0,68	0,67	0,60	0,55	0,52	0,51	0,52	0,55	0,65
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Calzada (1) : Luminancia [cd/m²]



Calzada (1) : Luminancia [cd/m²]

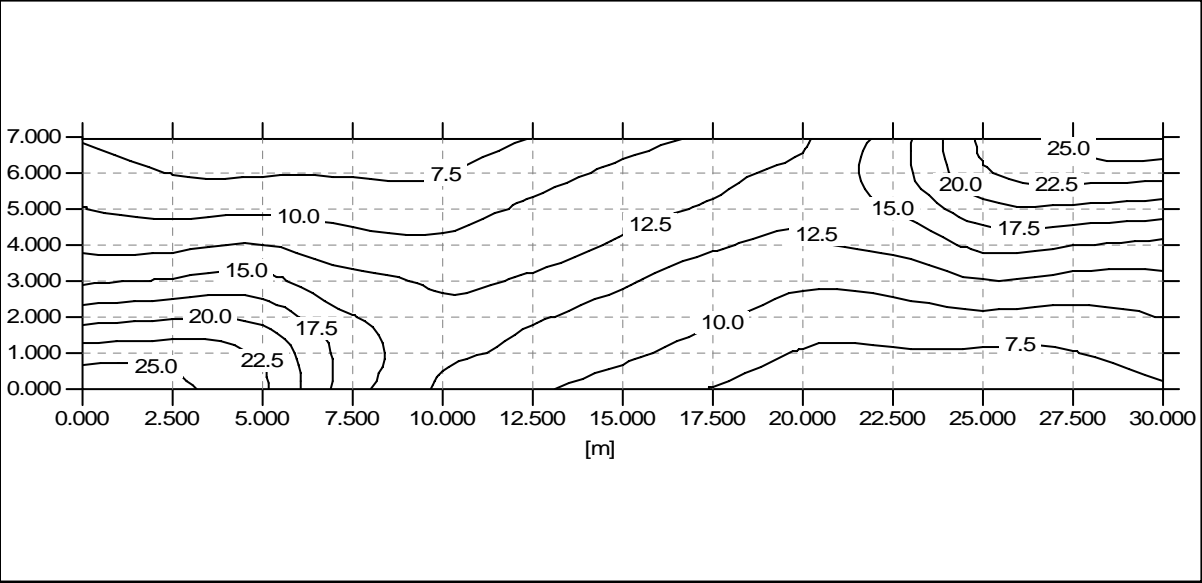


Malla principal (TI) (4) : Iluminancia [lux]

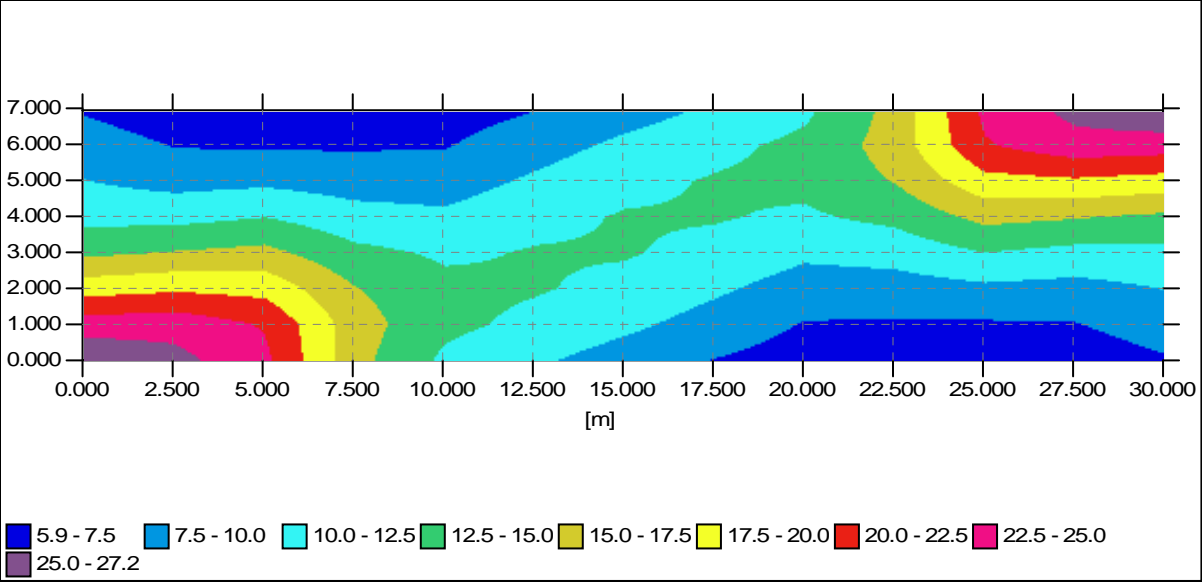
Mín : 5,9 lux    Med (A) 12,8 lux    Máx : 27,2 lux    Uo : 46,1 %    Ug : 21,6 %

7,000	7,2	6,0	5,9	6,0	6,5	7,4	8,8	10,4	12,0	15,8	23,1	25,8	27,2
6,000	8,8	7,4	7,2	7,2	7,4	8,9	10,6	11,9	13,1	16,1	22,3	24,0	23,7
5,000	10,1	9,2	9,5	8,9	8,8	10,4	11,9	12,7	13,1	15,1	19,2	19,6	18,9
4,000	11,8	11,7	12,5	10,9	10,5	11,9	12,7	12,7	12,1	13,1	15,7	15,2	14,5
3,000	14,5	15,2	15,7	13,1	12,1	12,7	12,7	11,9	10,5	10,9	12,5	11,7	11,8
2,000	18,9	19,6	19,1	15,1	13,1	12,7	11,9	10,4	8,8	8,9	9,5	9,2	10,1
1,000	23,7	24,0	22,3	16,1	13,1	11,9	10,6	8,9	7,4	7,2	7,2	7,4	8,8
0,000	27,2	25,8	23,1	15,8	12,0	10,4	8,8	7,4	6,5	6,1	5,9	6,0	7,2
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Malla principal (TI) (4) : Iluminancia [lux]



Malla principal (TI) (4) : Iluminancia [lux]

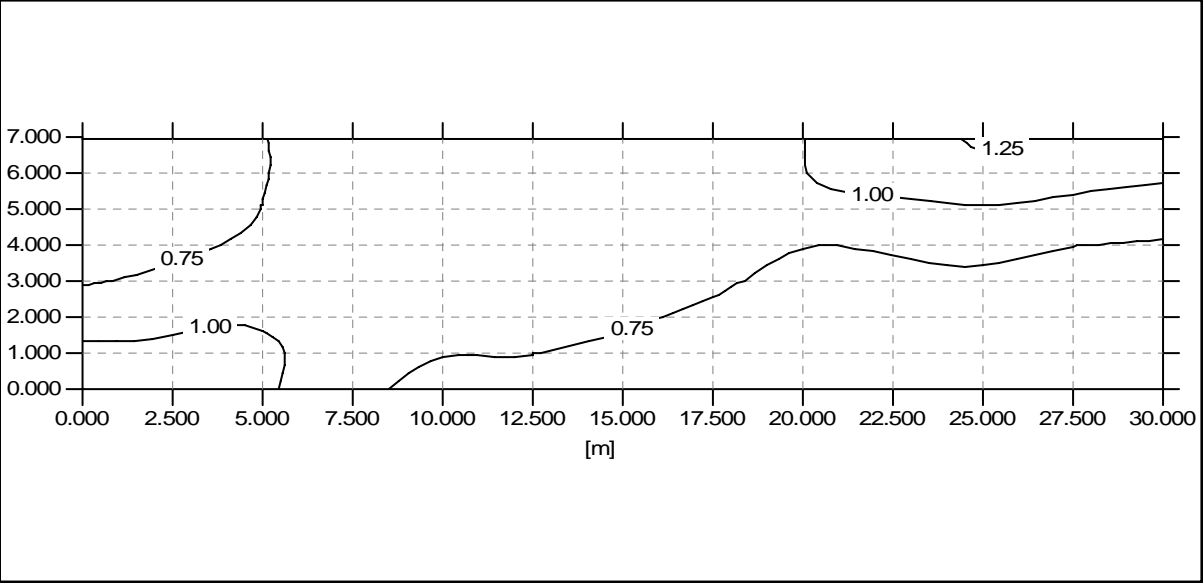


Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]

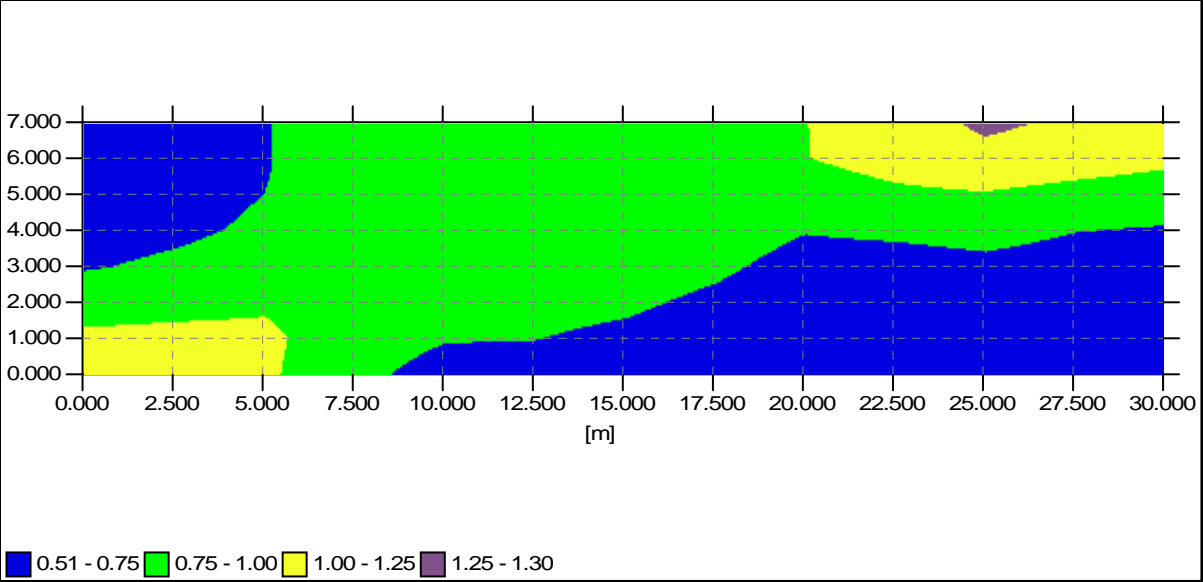
Mín : 0,51 cd/m Med (A) 0,82 cd/m² Máx : 1,30 cd/m² Uo : 62,9 % Ug : 39,5 %

7,000	0,69	0,69	0,74	0,84	0,92	1,00	0,97	0,96	1,00	1,12	1,30	1,21	1,17
6,000	0,68	0,67	0,74	0,83	0,87	0,97	0,97	0,97	0,99	1,08	1,17	1,12	1,05
5,000	0,65	0,67	0,75	0,79	0,84	0,95	0,97	0,97	0,90	0,96	0,99	0,93	0,88
4,000	0,66	0,70	0,79	0,79	0,83	0,94	0,96	0,88	0,76	0,80	0,83	0,76	0,73
3,000	0,73	0,79	0,86	0,80	0,84	0,90	0,89	0,80	0,66	0,65	0,70	0,65	0,66
2,000	0,88	0,92	0,96	0,83	0,82	0,83	0,80	0,70	0,58	0,57	0,59	0,58	0,64
1,000	1,05	1,06	1,05	0,84	0,76	0,76	0,70	0,61	0,52	0,52	0,53	0,56	0,65
0,000	1,17	1,10	1,04	0,80	0,68	0,67	0,60	0,55	0,52	0,51	0,52	0,55	0,65
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]





**Centro del carril inferior (5) : Iluminancia [lux]**

Mín : 8,4 lux    Med (A) 13,0 lux    Máx : 20,7 lux    Uo : 65,1 %    Ug : 40,7 %

1,750	20,2	20,7	20,3	15,5	13,2	12,6	11,7	10,1	8,4	8,5	8,9	8,7	9,8
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

**Centro del carril inferior (5) : Luminancia [cd/m²]**

Mín :  cd/m Med (A)  cd/m² Máx :  cd/m² Uo :  % Ug :  %

1,750	0,93	0,96	1,00	0,84	0,80	0,81	0,77	0,67	0,56	0,56	0,58	0,57	0,64
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

**Centro del carril superior (6) : Iluminancia [lux]**

Mín :  lux    Med (A)  lux    Máx :  lux    Uo :  %    Ug :  %

5,250	9,7	8,7	8,9	8,5	8,4	10,1	11,7	12,6	13,2	15,5	20,3	20,7	20,2
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

**Centro del carril superior (6) : Luminancia [cd/m²]**

Mín :  cd/m Med (A)  cd/m² Máx :  cd/m² Uo :  % Ug :  %

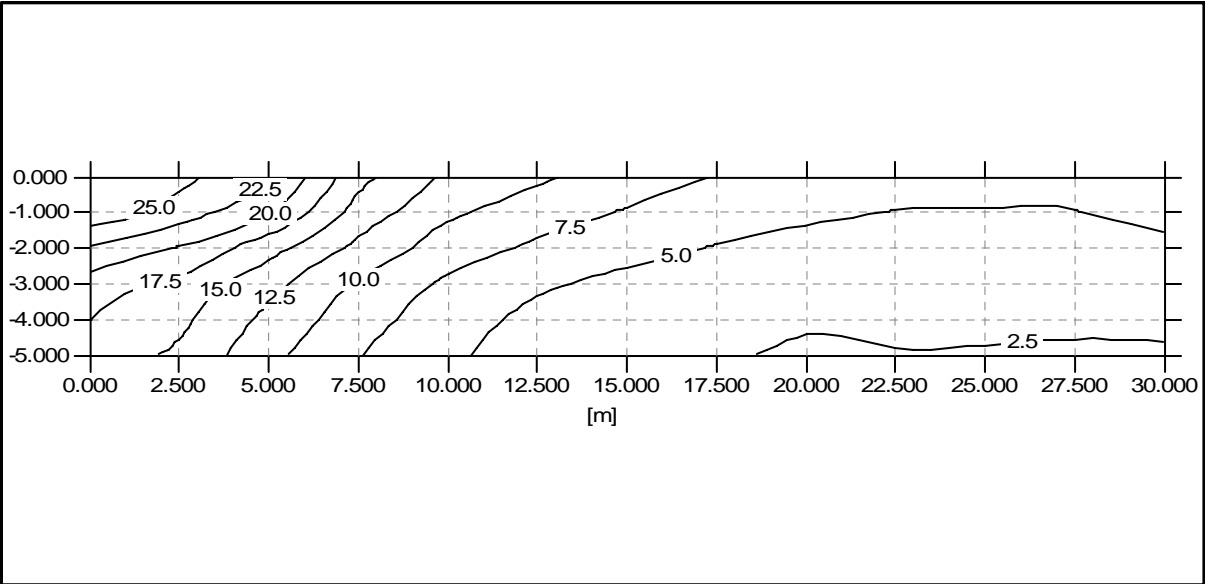
5,250	0,57	0,56	0,63	0,68	0,75	0,86	0,92	0,92	0,88	0,96	1,04	0,98	0,95
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Aparcamiento inferior (7) : Iluminancia [lux]

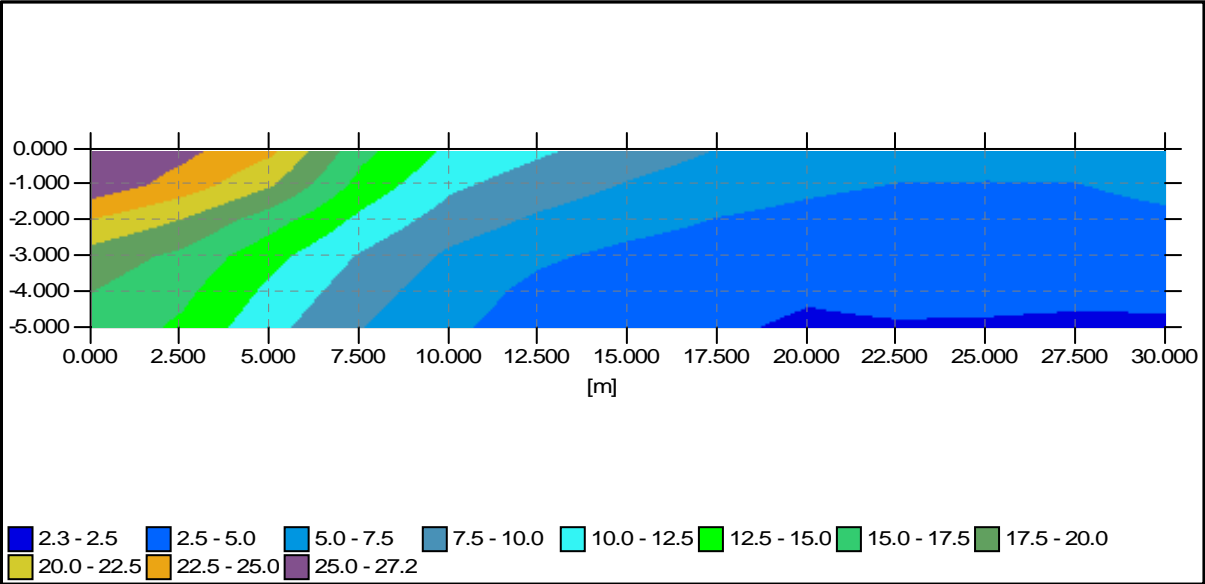
Mín : 2,3 lux    Med (A) : 8,7 lux    Máx : 27,2 lux    Uo : 26,1 %    Ug : 8,4 %

0,000	27,2	25,8	23,1	15,8	12,0	10,4	8,8	7,4	6,5	6,1	5,9	6,0	7,2
-1,000	26,7	24,0	20,2	14,1	10,4	8,8	7,3	6,1	5,4	5,0	4,9	4,9	5,7
-2,000	22,3	19,8	16,0	11,8	8,8	7,1	5,9	4,9	4,4	4,0	4,0	4,0	4,5
-3,000	18,9	16,9	13,3	9,7	7,0	5,4	4,3	3,8	3,3	3,4	3,3	3,3	3,5
-4,000	17,5	15,6	11,9	8,5	6,1	4,3	3,4	2,9	2,6	2,8	2,8	2,8	2,8
-5,000	16,7	14,5	10,7	7,6	5,4	3,9	3,2	2,6	2,3	2,4	2,4	2,3	2,3
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Aparcamiento inferior (7) : Iluminancia [lux]



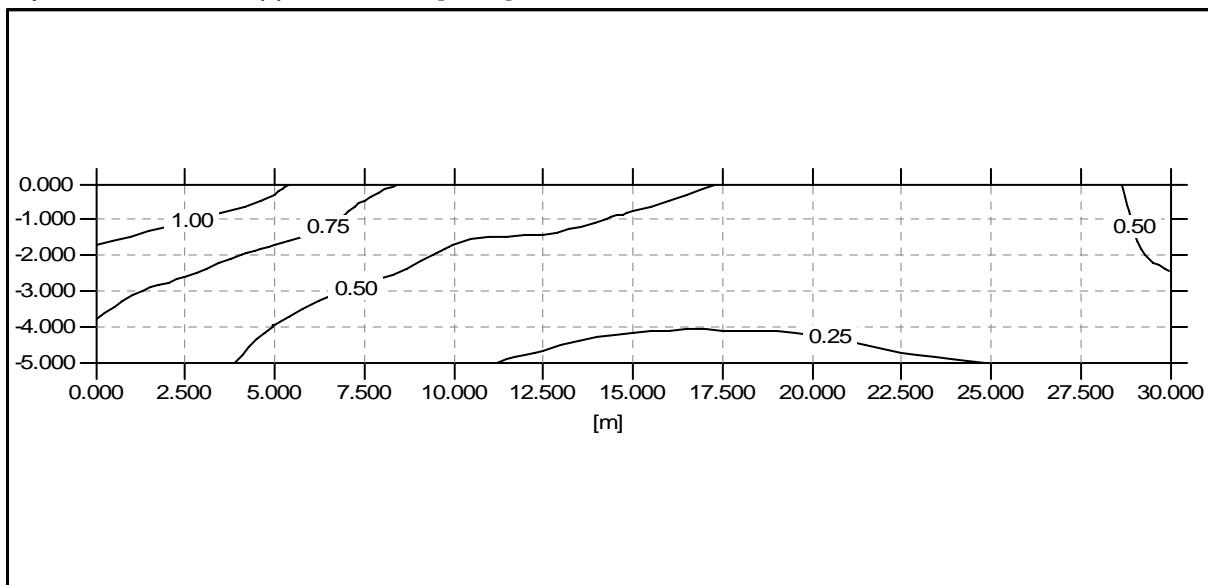
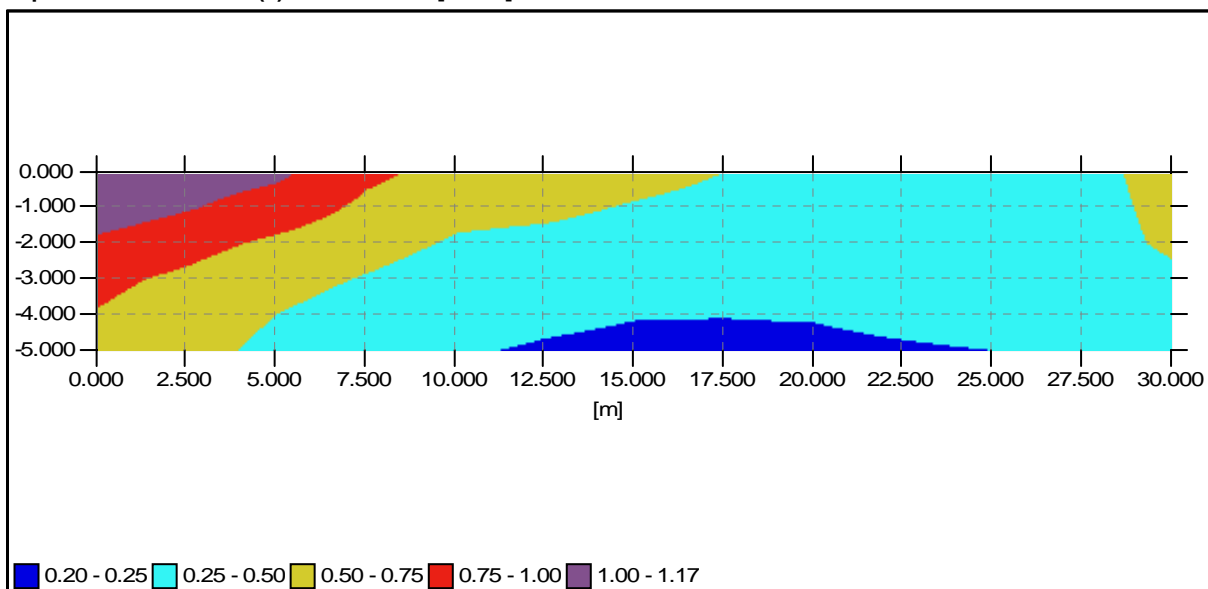
Aparcamiento inferior (7) : Iluminancia [lux]



**Aparcamiento inferior (7) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín :  cd/m Med (A)  cd/m<sup>2</sup> Máx :  cd/m<sup>2</sup> Uo :  % Ug :  %

0,000	1,17	1,11	1,05	0,80	0,68	0,64	0,57	0,50	0,45	0,44	0,44	0,46	0,55
-1,000	1,14	1,02	0,89	0,70	0,56	0,54	0,48	0,44	0,42	0,42	0,43	0,46	0,53
-2,000	0,95	0,83	0,70	0,59	0,47	0,45	0,42	0,39	0,39	0,40	0,43	0,46	0,52
-3,000	0,80	0,70	0,57	0,48	0,38	0,35	0,34	0,34	0,34	0,38	0,41	0,44	0,48
-4,000	0,74	0,64	0,50	0,41	0,31	0,28	0,26	0,26	0,26	0,31	0,34	0,37	0,40
-5,000	0,68	0,58	0,44	0,35	0,26	0,24	0,22	0,21	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

**Aparcamiento inferior (7) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]****Aparcamiento inferior (7) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

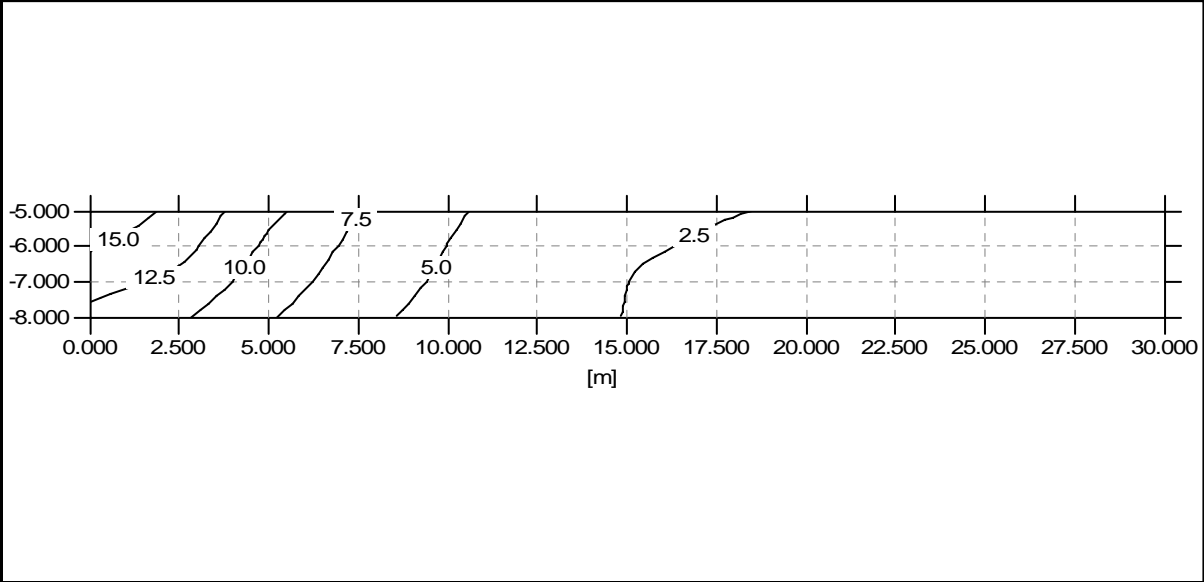


Acera inferior (8) : Iluminancia [lux]

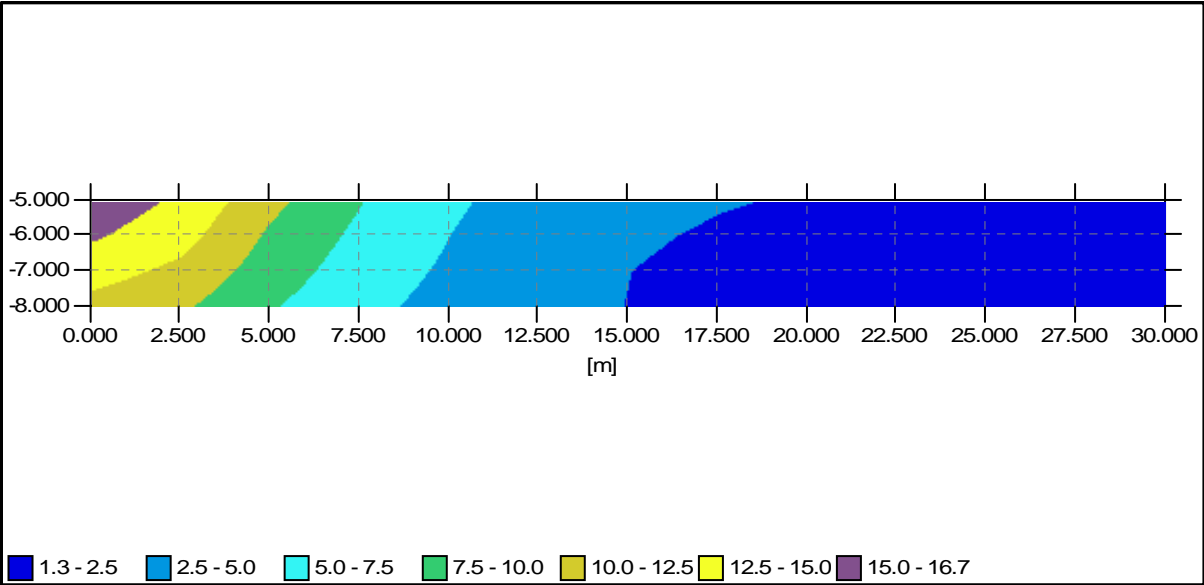
Mín : 1,3 lux    Med (A) : 5,0 lux    Máx : 16,7 lux    Uo : 25,5 %    Ug : 7,7 %

-5,000	16,7	14,5	10,7	7,6	5,4	3,9	3,2	2,6	2,3	2,4	2,4	2,3	2,3
-6,000	15,3	13,4	9,5	6,9	5,0	3,5	2,8	2,3	2,0	2,1	2,1	1,9	1,8
-7,000	13,5	11,9	8,7	6,3	4,6	3,4	2,5	2,0	1,7	1,8	1,8	1,6	1,5
-8,000	11,7	10,4	7,7	5,7	4,1	3,2	2,5	1,9	1,6	1,5	1,5	1,3	1,3
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera inferior (8) : Iluminancia [lux]



Acera inferior (8) : Iluminancia [lux]

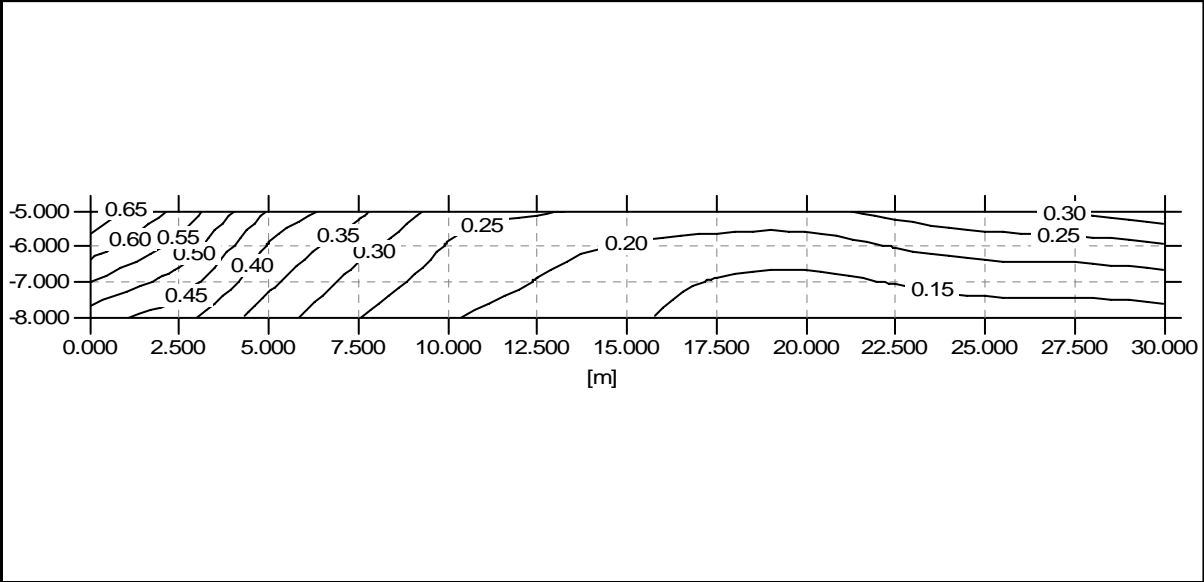


Acera inferior (8) : Luminancia [cd/m²]

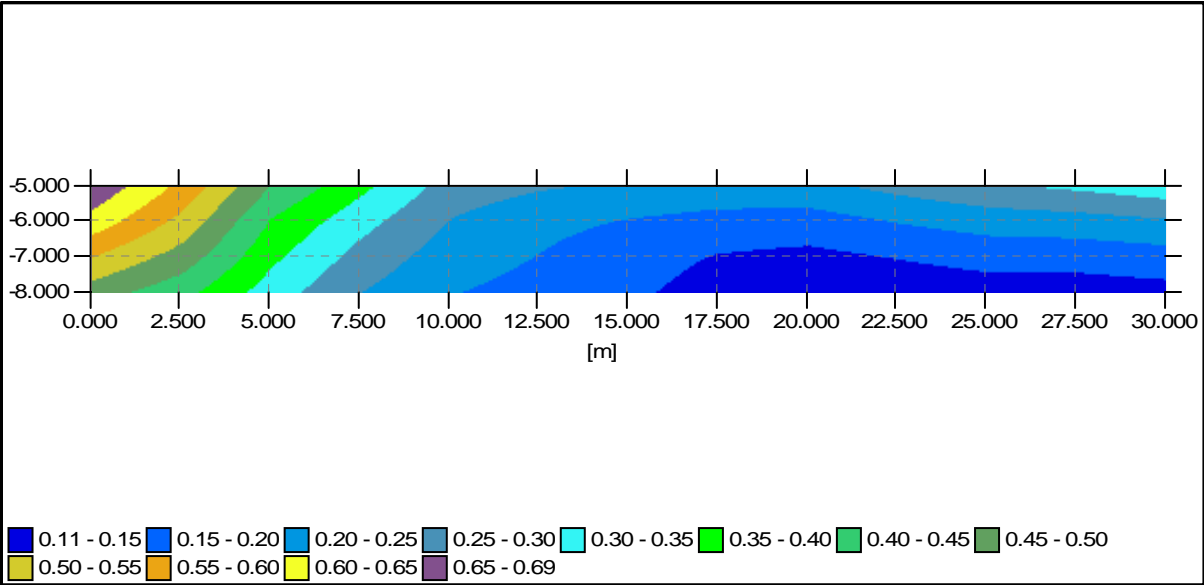
Mín : 0,11 cd/m Med (A) 0,28 cd/m² Máx : 0,69 cd/m² Uo : 41,4 % Ug : 16,5 %

-5,000	0,69	0,59	0,45	0,36	0,28	0,26	0,24	0,24	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33
-6,000	0,63	0,54	0,40	0,32	0,25	0,21	0,20	0,18	0,18	0,20	0,22	0,23	0,24
-7,000	0,55	0,48	0,36	0,28	0,22	0,20	0,17	0,15	0,14	0,15	0,17	0,17	0,18
-8,000	0,48	0,42	0,32	0,25	0,20	0,18	0,16	0,13	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera inferior (8) : Luminancia [cd/m²]



Acera inferior (8) : Luminancia [cd/m²]

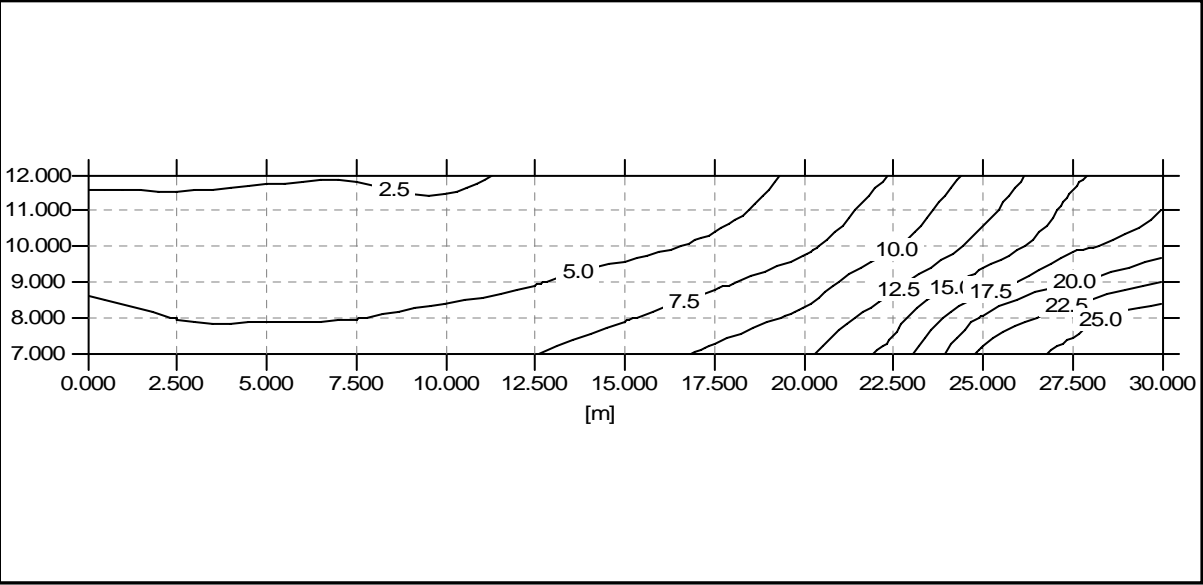


Aparcamiento superior (9) : Iluminancia [lux]

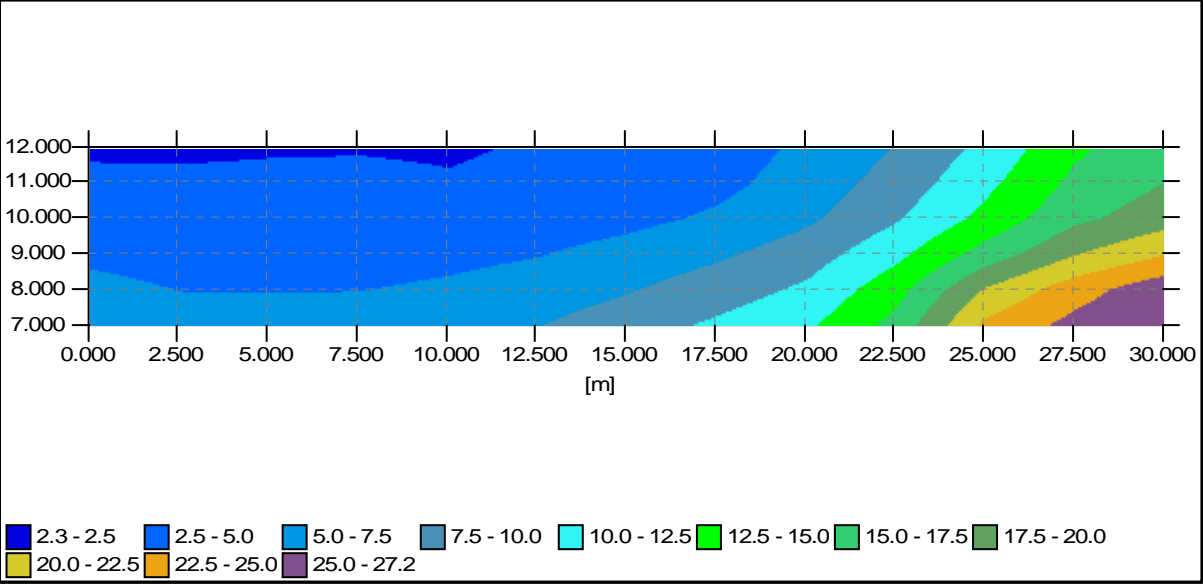
Mín : 2,3 lux    Med (A) : 8,7 lux    Máx : 27,2 lux    Uo : 25,9 %    Ug : 8,3 %

12,000	2,3	2,3	2,4	2,4	2,3	2,6	3,2	3,9	5,4	7,6	10,7	14,5	16,7
11,000	2,8	2,8	2,8	2,8	2,6	2,9	3,4	4,3	6,1	8,5	11,9	15,6	17,5
10,000	3,5	3,3	3,3	3,4	3,3	3,8	4,3	5,4	7,0	9,7	13,3	16,9	18,9
9,000	4,5	4,0	4,0	3,9	4,4	4,9	5,9	7,1	8,8	11,8	16,0	19,8	22,3
8,000	5,7	4,9	4,9	4,9	5,4	6,1	7,3	8,8	10,4	14,1	20,2	24,0	26,7
7,000	7,2	6,0	5,9	6,0	6,5	7,4	8,8	10,4	12,0	15,8	23,1	25,8	27,2
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Aparcamiento superior (9) : Iluminancia [lux]



Aparcamiento superior (9) : Iluminancia [lux]

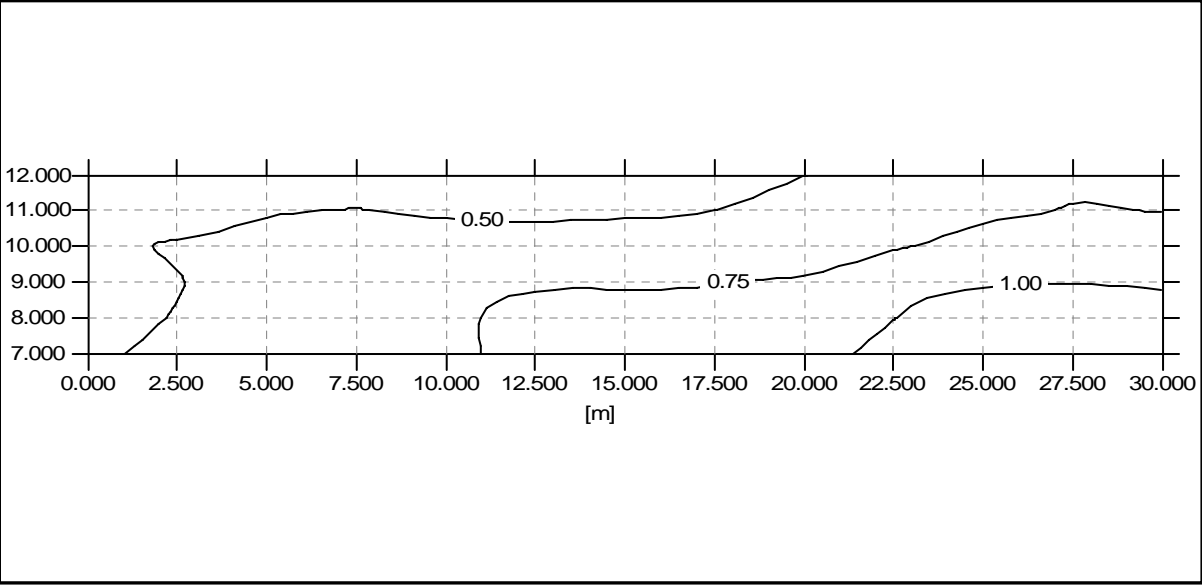


Aparcamiento superior (9) : Luminancia [cd/m²]

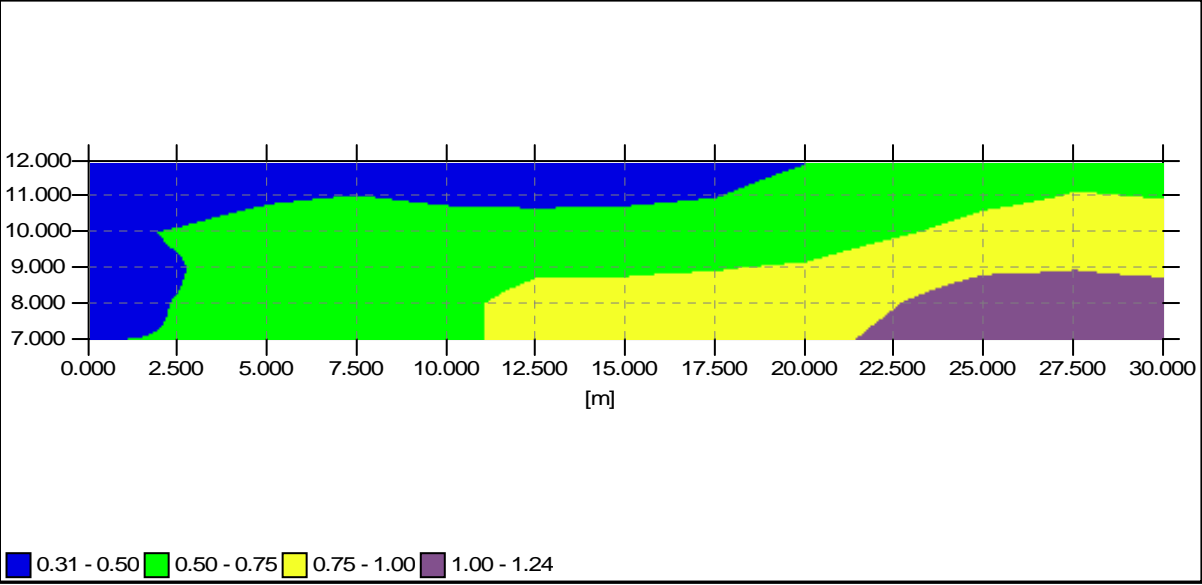
Mín : 0,31 cd/m Med (A) 0,68 cd/m² Máx : 1,24 cd/m² Uo : 45,7 % Ug : 25,0 %

12,000	0,31	0,33	0,35	0,37	0,38	0,40	0,42	0,44	0,50	0,56	0,63	0,71	0,69
11,000	0,41	0,44	0,48	0,50	0,47	0,46	0,47	0,50	0,56	0,64	0,72	0,76	0,75
10,000	0,47	0,51	0,56	0,59	0,58	0,59	0,60	0,61	0,65	0,73	0,81	0,84	0,80
9,000	0,46	0,49	0,56	0,63	0,69	0,73	0,74	0,74	0,77	0,86	0,96	0,99	0,95
8,000	0,48	0,50	0,58	0,66	0,72	0,79	0,78	0,81	0,87	0,99	1,16	1,12	1,14
7,000	0,50	0,50	0,56	0,64	0,72	0,80	0,81	0,86	0,93	1,06	1,24	1,20	1,17
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Aparcamiento superior (9) : Luminancia [cd/m²]



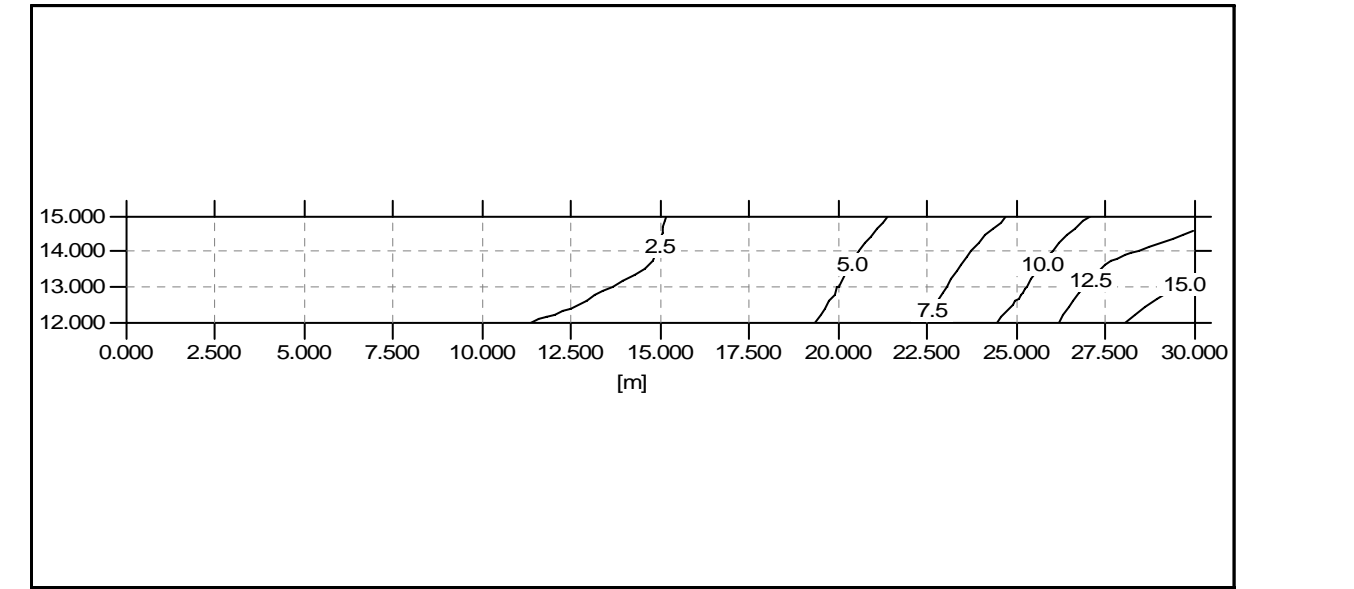
Aparcamiento superior (9) : Luminancia [cd/m²]



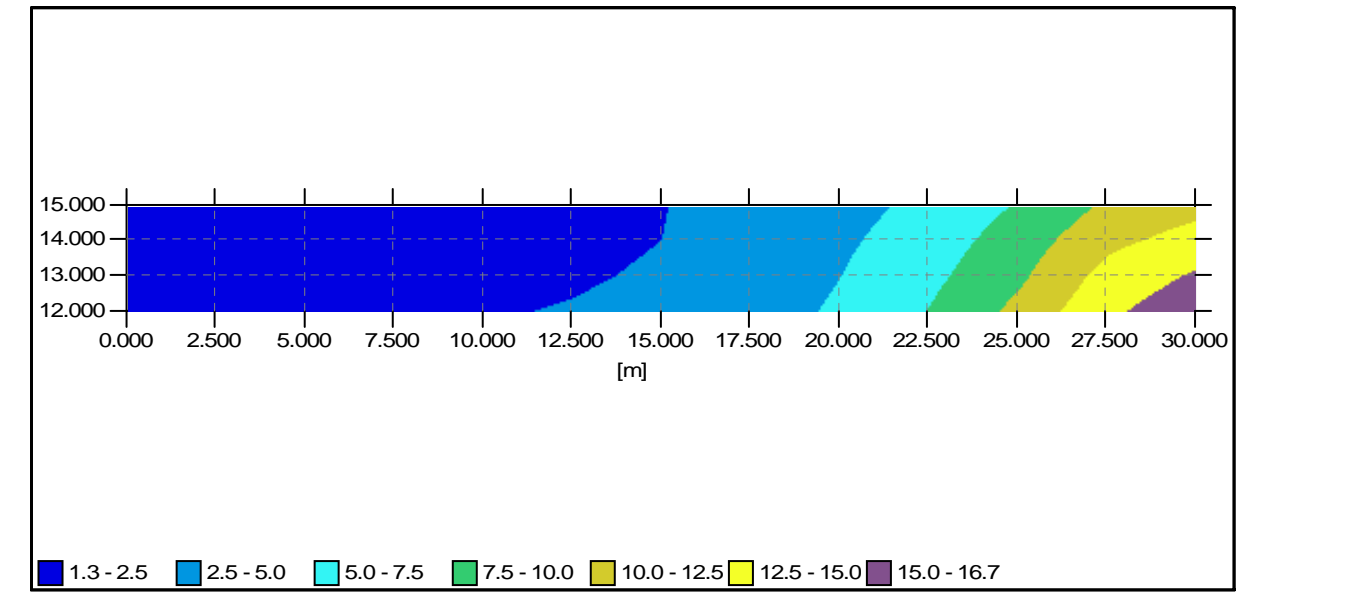
Acera superior (10) : Iluminancia [lux]

Mín : <div>1,3</div> lux      Med (A) <div>5,0</div> lux      Máx : <div>16,7</div> lux      Uo : <div>25,1</div> %      Ug : <div>7,5</div> %													
15,000	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,9	2,5	3,1	4,1	5,7	7,7	10,4	11,7
14,000	1,5	1,5	1,8	1,8	1,7	2,0	2,5	3,4	4,6	6,3	8,7	11,9	13,5
13,000	1,8	1,9	2,1	2,1	2,0	2,3	2,8	3,5	5,0	6,9	9,5	13,4	15,3
12,000	2,3	2,3	2,4	2,4	2,3	2,6	3,2	3,9	5,4	7,6	10,7	14,5	16,7
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera superior (10) : Iluminancia [lux]



Acera superior (10) : Iluminancia [lux]

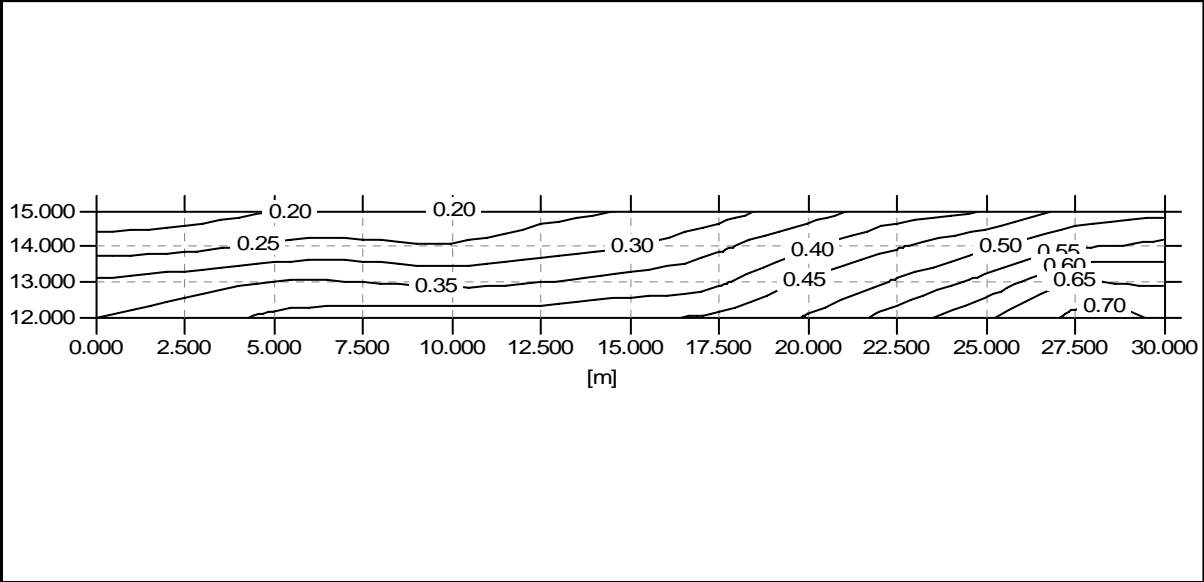


Acera superior (10) : Luminancia [cd/m²]

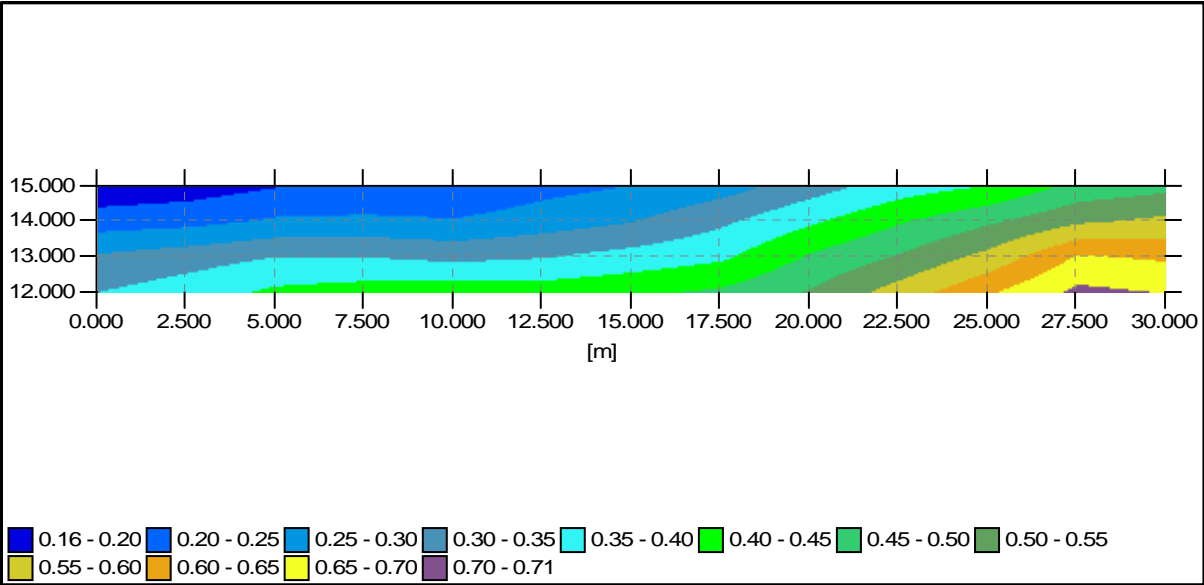
Mín : 0,16 cd/m Med (A) 0,39 cd/m² Máx : 0,71 cd/m² Uo : 41,4 % Ug : 22,7 %

15,000	0,16	0,17	0,20	0,20	0,20	0,23	0,25	0,28	0,33	0,37	0,40	0,46	0,48
14,000	0,22	0,23	0,26	0,26	0,25	0,28	0,30	0,34	0,39	0,44	0,49	0,54	0,56
13,000	0,31	0,33	0,35	0,35	0,34	0,35	0,37	0,39	0,46	0,50	0,56	0,65	0,64
12,000	0,35	0,38	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,46	0,50	0,57	0,64	0,71	0,70
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera superior (10) : Luminancia [cd/m²]



Acera superior (10) : Luminancia [cd/m²]






## Información general (Contin.)

### Detalles de las configuraciones

#### • Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
93233A	Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3	10,5	0,91	

#### Detalles de los grupos

Lineal													
Nº	Principio			Luminaria				Geometría					
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Rot	Pendie	Inclina	
1	0,000	-3,800	10,000	93233A	0,0	4,0	0,0	3	60,000	0,0	0,0	0,0	
2	-30,000	10,800	10,000	93233A	180,0	4,0	0,0	4	60,000	0,0	0,0	0,0	

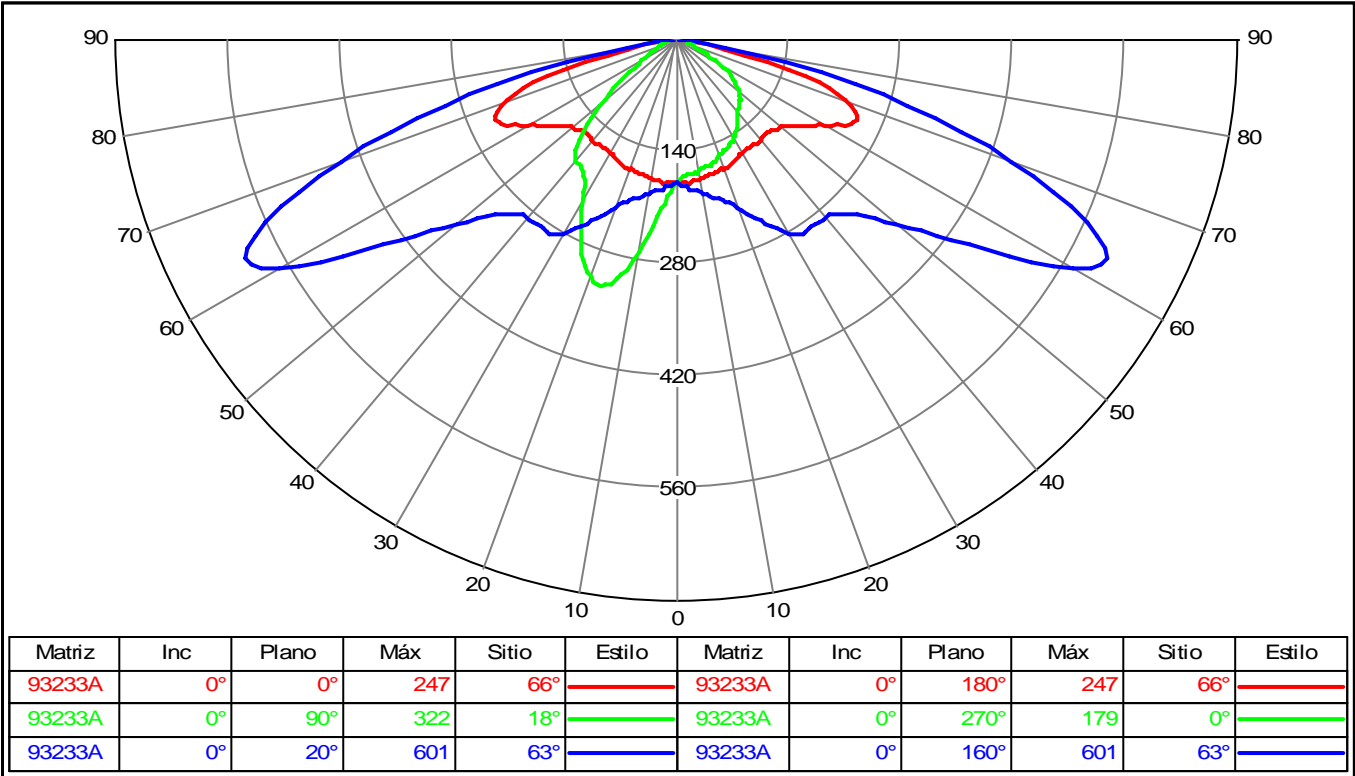
Documentos fotométricos

93233A

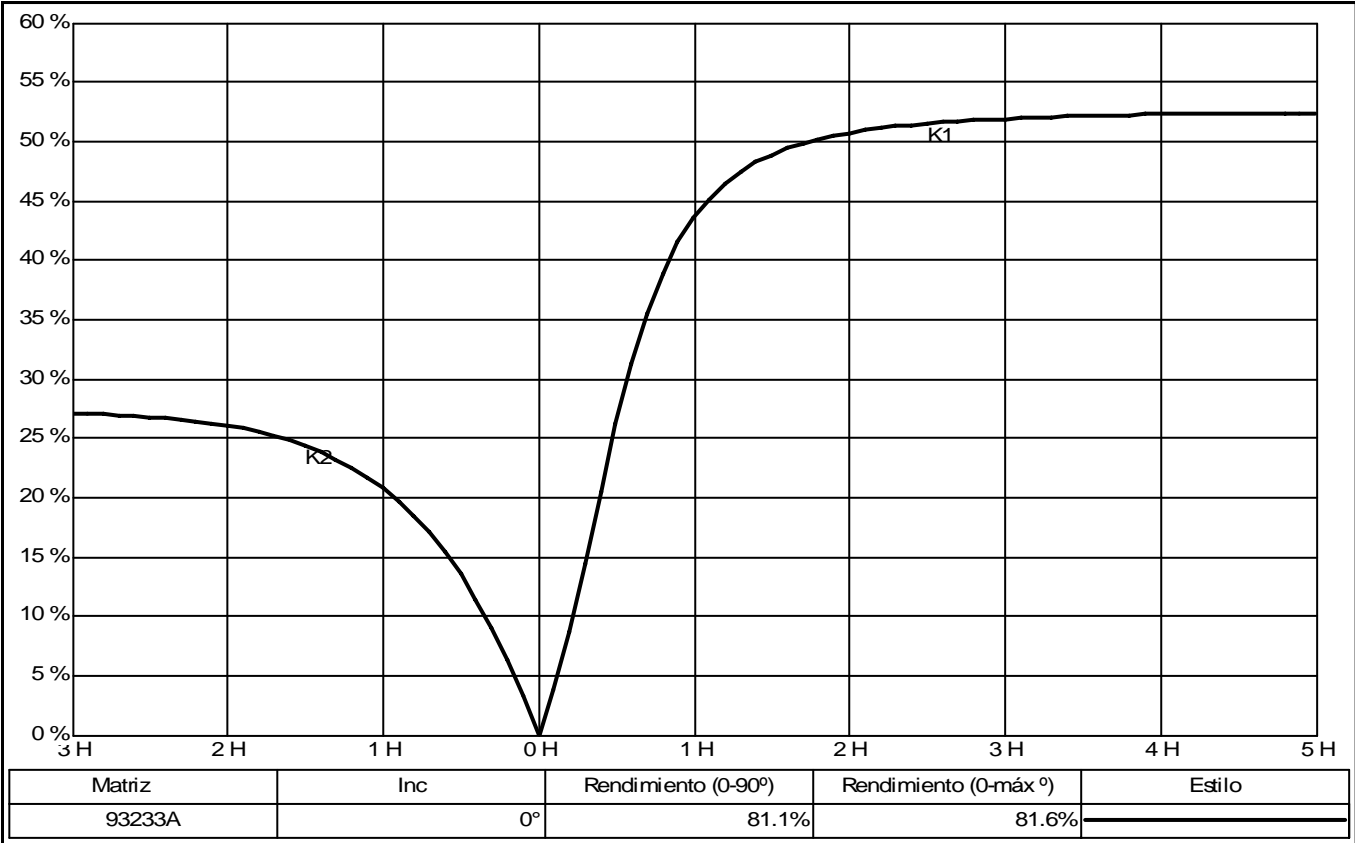


Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... \Alumbrado\AP\_D2\_Calculos\_Vial-B1.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Calzada (1)

##### General

Tipo : Rectangular Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : 

##### Geometría

###### Posición de

X : 0,000 Y : 0,000 Z : 0,000

###### Tamaño

Nº X : 15 Interdistancia 2,500 Tamaño X : 35,000  
Nº Y : 9 Interdistancia 1,000 Tamaño Y : 8,000

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta : Normal  
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X : -60,000 Y : 4,000 Z : 1,500

##### Superficie de la

Tabla R : R2007 Qo : 0,07

#### • Malla principal (TI) (4)

##### General

Tipo : Rectangular Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : 

##### Geometría

###### Posición de

X : 0,000 Y : 0,000 Z : 0,000

###### Tamaño

Nº X : 15 Interdistancia 2,500 Tamaño X : 35,000  
Nº Y : 9 Interdistancia 1,000 Tamaño Y : 8,000

##### Cálculo

Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ dX : -60,000 dY : 4,000 dZ : 1,500

##### Superficie de la

Tabla R : R2007 Qo : 0,07

#### • Centro del carril oeste (5)

##### General

Tipo : Lineal Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : 

**Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ dX :  dY :  dZ : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Centro del carril este (6)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ dX :  dY :  dZ : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Acera oeste (7)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ dX :  dY :  dZ : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Acera este (8)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : 

**Geometría****Posición de**

X : 0,000 Y : 8,000 Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 15 Interdistancia 2,500 Tamaño X : 35,000  
 Nº Y : 3 Interdistancia 1,000 Tamaño Y : 2,000

**Cálculo**

Iluminancia : ☒ Faceta : Normal  
 Luminancia : ☒

**Posición del**Móvil : ☐ dX : -60,000 dY : 4,000 dZ : 1,500**Superficie de la**

Tabla R : R2007 Qo : 0,07

**Resumen****Resumen sobre las mallas**

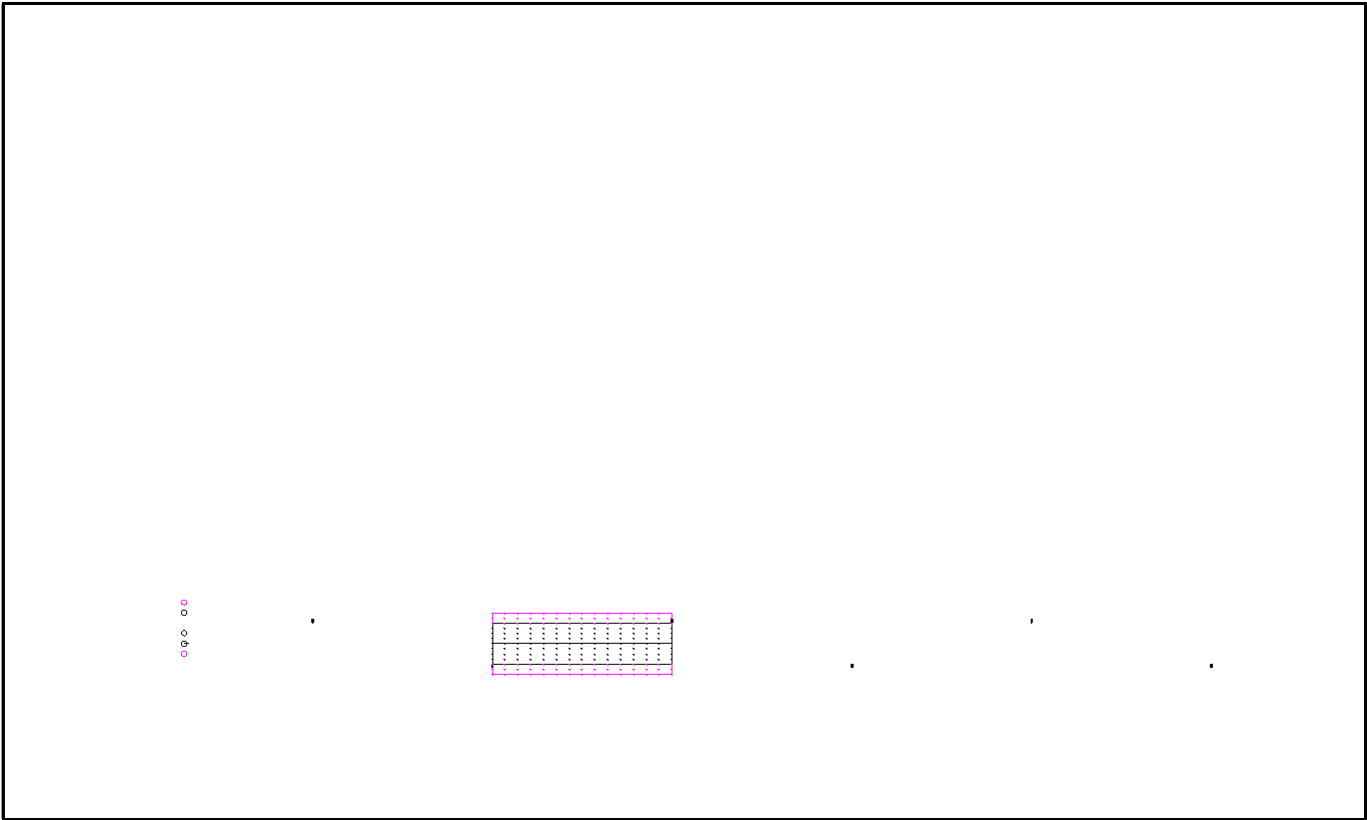
Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Calzada (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,2	27,3	13,0	19,1	40,1
Luminancia (cd/m²)	0,35	1,32	0,86	26,5	40,4
Malla principal (TI) (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,35	1,32	0,86	26,5	40,4
Centro del carril oeste (5)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,65	1,12	0,82	57,5	79,0
Centro del carril este (6)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,67	1,21	0,95	55,8	71,0
Acera oeste (7)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	3,0	18,4	7,8	16,3	38,6
Luminancia (cd/m²)	0,19	0,79	0,45	24,8	43,7
Acera este (8)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	3,0	18,4	7,8	16,3	38,6
Luminancia (cd/m²)	0,41	0,83	0,62	49,9	66,8

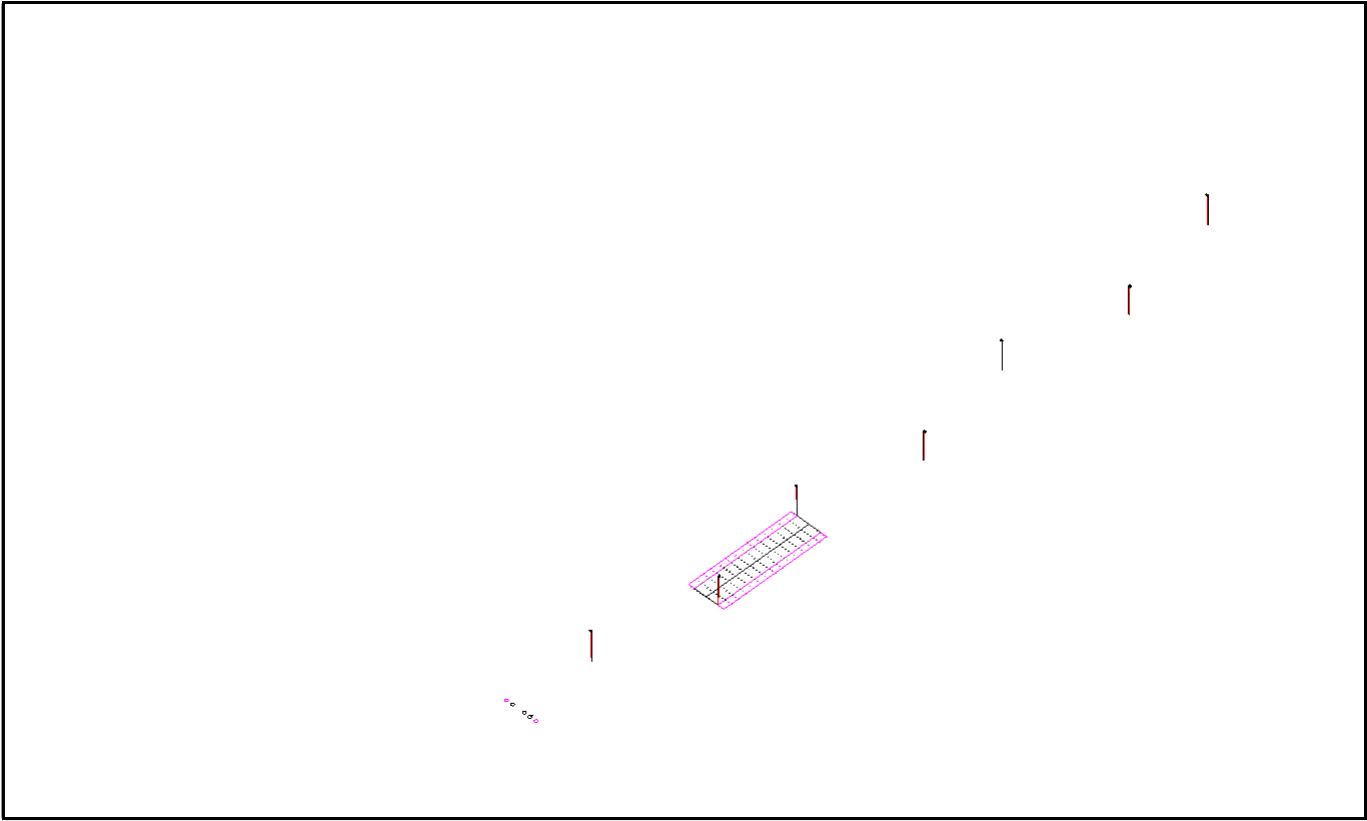
**Resumen de los observadores**

Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	VL Mínimo [cd/m²] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	VL Máximo [cd/m²] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	TI Mínimo [%] :	7,2	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	TI Máximo [%] :	7,2	Dirección [°] :	0

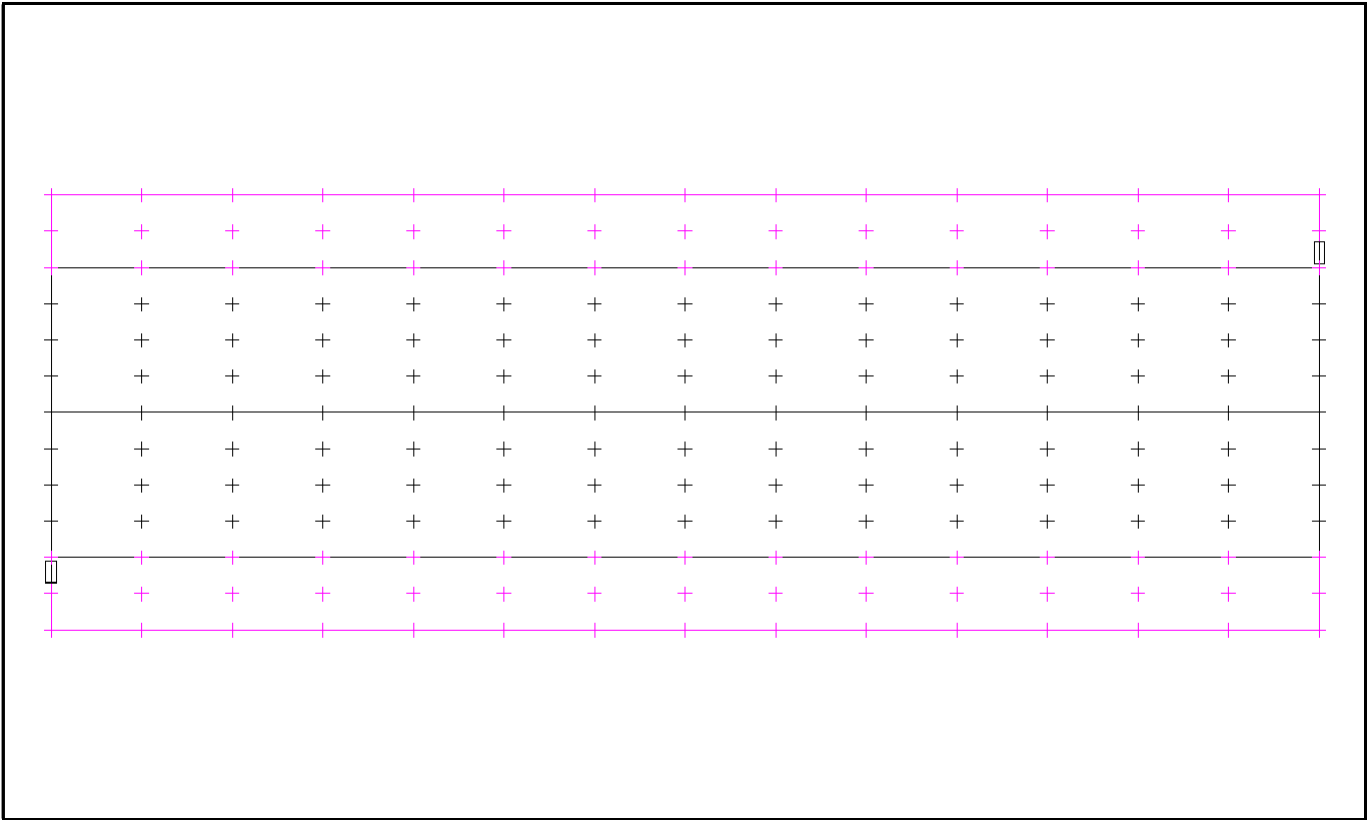
Vista en planta Configuración (1)



Vista en 3D Configuración (1)



Vista actual      Configuración (1)



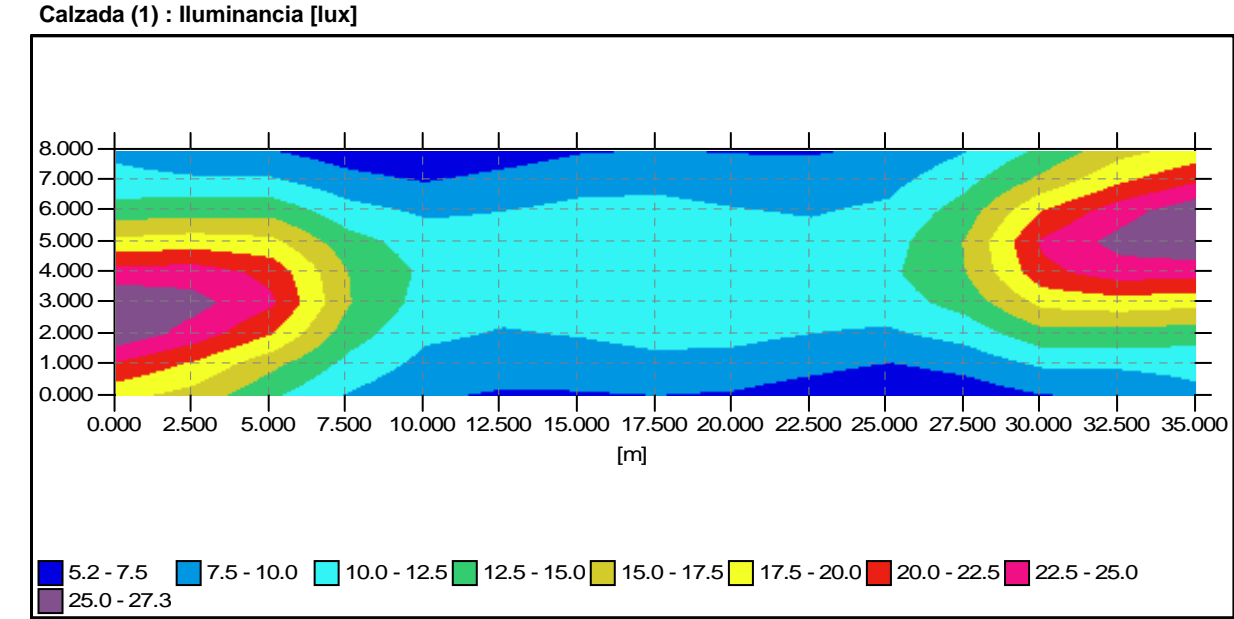
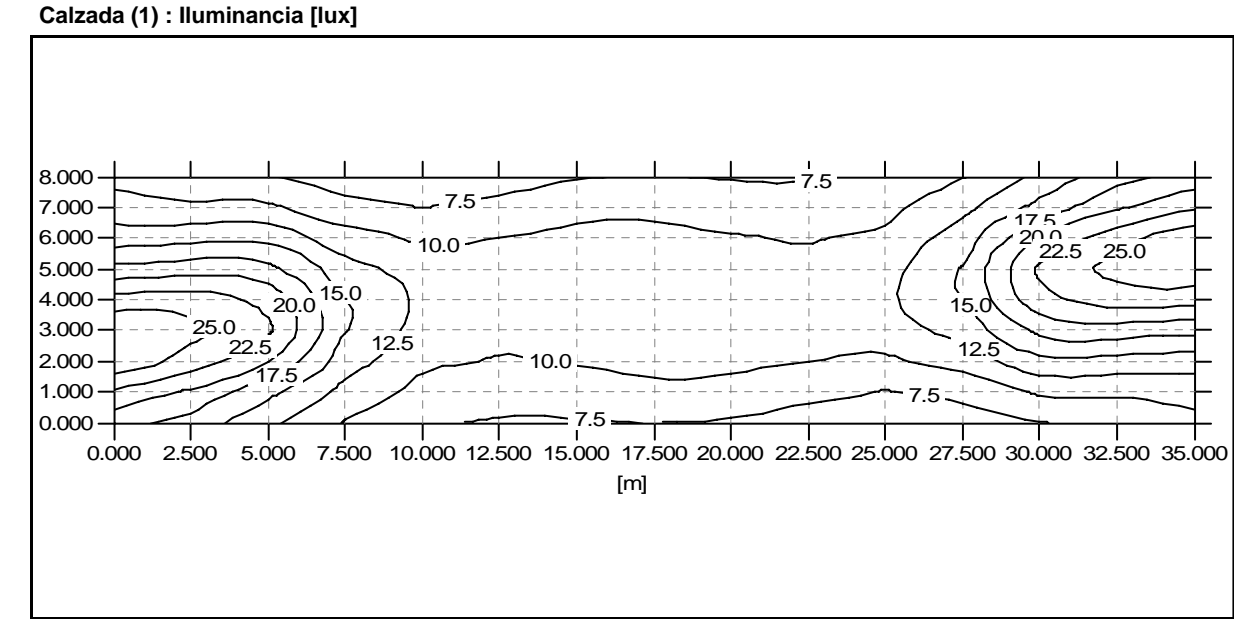


Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Calzada (1) : Iluminancia [lux]

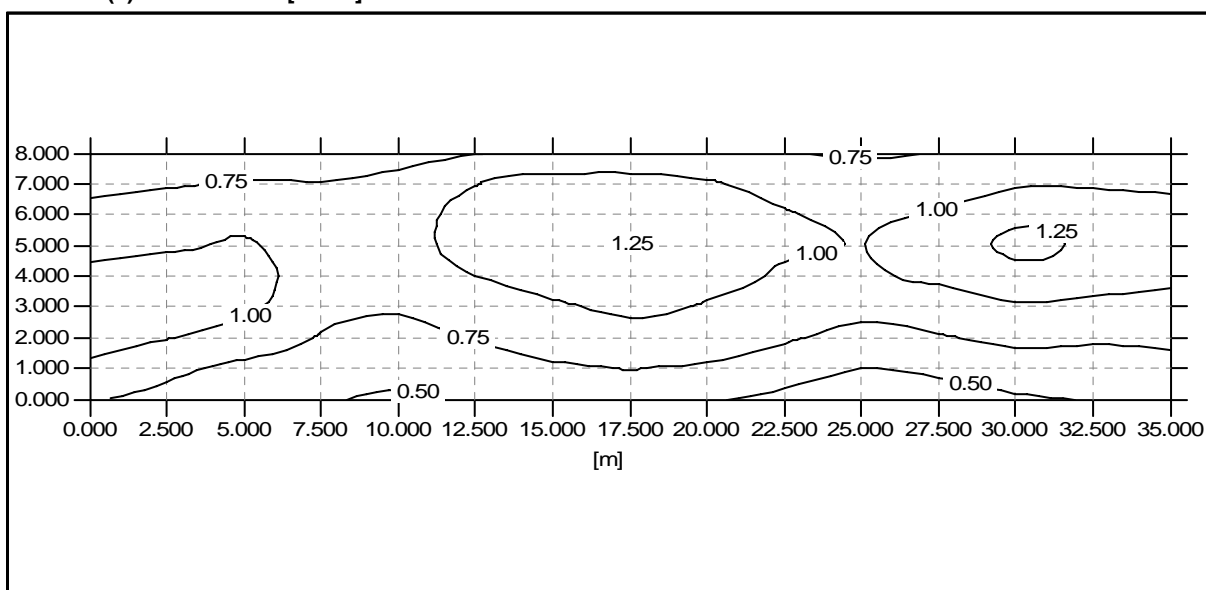
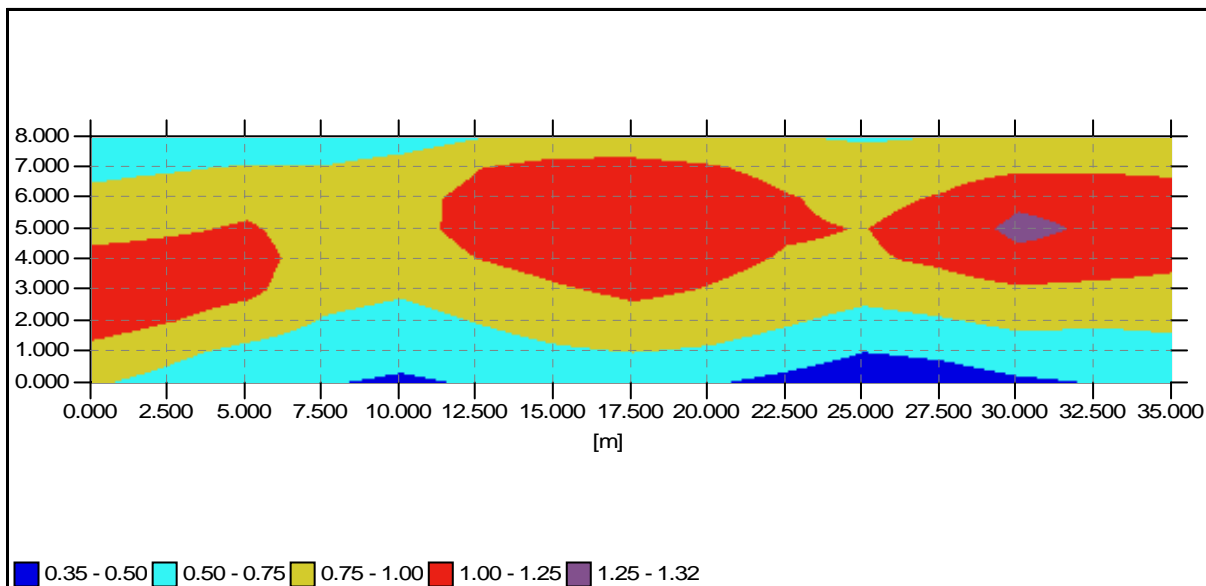
Mín :	5,2	lux	Med (A)	13,0	lux	Máx :	27,3	lux	Uo :	40,1	%	Ug :	19,1	%	
8,000	9,3	7,8	7,5	6,1	5,2	6,1	7,2	7,5	7,3	7,2	7,9	9,8	13,0	16,5	18,4
7,000	10,9	10,5	10,4	8,3	7,4	8,3	9,2	9,4	8,9	8,7	9,3	11,8	15,7	19,6	22,2
6,000	13,6	14,1	14,3	11,0	9,6	10,0	10,6	10,7	10,2	9,8	10,5	13,7	20,1	24,0	26,8
5,000	18,2	18,8	18,1	13,5	11,3	11,1	11,4	11,5	11,0	10,7	11,5	15,2	22,9	25,9	27,3
4,000	23,4	23,9	21,8	15,0	12,0	11,3	11,4	11,8	11,4	11,3	12,0	15,0	21,8	23,9	23,4
3,000	27,3	25,9	22,9	15,1	11,5	10,7	11,0	11,5	11,4	11,1	11,3	13,5	18,1	18,8	18,2
2,000	26,8	24,0	20,1	13,7	10,5	9,8	10,2	10,7	10,6	10,0	9,6	11,0	14,3	14,1	13,6
1,000	22,2	19,6	15,7	11,8	9,3	8,7	8,9	9,4	9,2	8,3	7,4	8,3	10,4	10,5	10,9
0,000	18,4	16,5	13,0	9,8	7,9	7,2	7,3	7,5	7,2	6,1	5,2	6,1	7,5	7,8	9,3
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000



**Calzada (1) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Mín :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Med (A) :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Máx :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Uo :  % Ug :  %

8,000	0,57	0,55	0,58	0,59	0,62	0,73	0,81	0,82	0,80	0,76	0,72	0,75	0,79	0,80	0,78
7,000	0,69	0,72	0,77	0,76	0,85	0,99	1,08	1,08	1,02	0,93	0,86	0,90	0,96	0,97	0,93
6,000	0,81	0,87	0,94	0,88	0,93	1,06	1,19	1,23	1,14	1,01	0,94	1,02	1,19	1,16	1,14
5,000	0,92	0,97	1,02	0,90	0,93	1,07	1,18	1,25	1,13	1,02	0,99	1,10	1,32	1,21	1,18
4,000	1,07	1,09	1,08	0,89	0,89	1,00	1,09	1,16	1,06	0,98	0,97	1,04	1,18	1,14	1,07
3,000	1,17	1,11	1,06	0,84	0,78	0,88	0,97	1,05	0,99	0,92	0,84	0,91	0,97	0,94	0,91
2,000	1,14	1,01	0,89	0,73	0,67	0,76	0,85	0,92	0,89	0,78	0,67	0,73	0,81	0,78	0,79
1,000	0,92	0,80	0,69	0,62	0,57	0,65	0,72	0,76	0,72	0,62	0,50	0,55	0,64	0,65	0,70
0,000	0,78	0,68	0,57	0,51	0,47	0,52	0,56	0,57	0,52	0,44	0,35	0,39	0,47	0,51	0,60
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

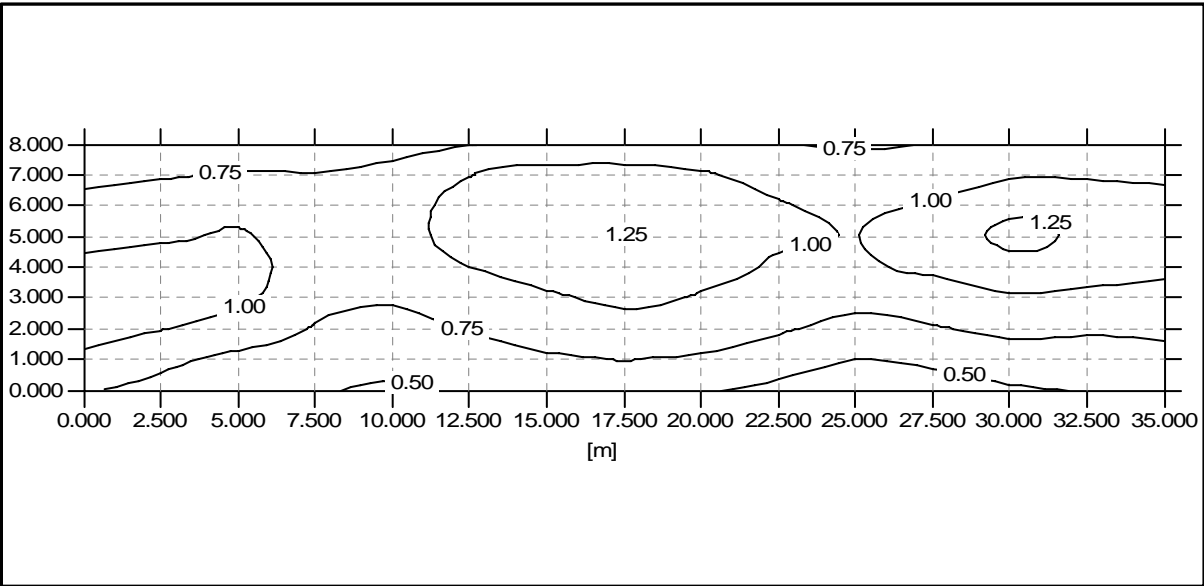
**Calzada (1) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]****Calzada (1) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]

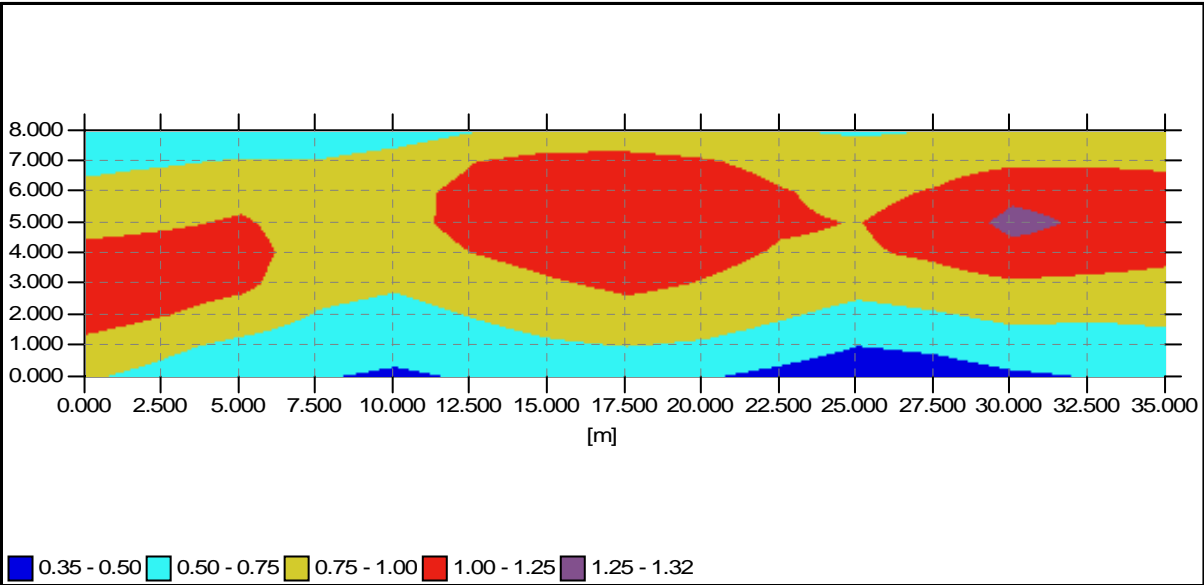
Mín : 0,35 cd/m Med (A) 0,86 cd/m² Máx : 1,32 cd/m² Uo : 40,4 % Ug : 26,5 %

8,000	0,57	0,55	0,58	0,59	0,62	0,73	0,81	0,82	0,80	0,76	0,72	0,75	0,79	0,80	0,78
7,000	0,69	0,72	0,77	0,76	0,85	0,99	1,08	1,08	1,02	0,93	0,86	0,90	0,96	0,97	0,93
6,000	0,81	0,87	0,94	0,88	0,93	1,06	1,19	1,23	1,14	1,01	0,94	1,02	1,19	1,16	1,14
5,000	0,92	0,97	1,02	0,90	0,93	1,07	1,18	1,25	1,13	1,02	0,99	1,10	1,32	1,21	1,18
4,000	1,07	1,09	1,08	0,89	0,89	1,00	1,09	1,16	1,06	0,98	0,97	1,04	1,18	1,14	1,07
3,000	1,17	1,11	1,06	0,84	0,78	0,88	0,97	1,05	0,99	0,92	0,84	0,91	0,97	0,94	0,91
2,000	1,14	1,01	0,89	0,73	0,67	0,76	0,85	0,92	0,89	0,78	0,67	0,73	0,81	0,78	0,79
1,000	0,92	0,80	0,69	0,62	0,57	0,65	0,72	0,76	0,72	0,62	0,50	0,55	0,64	0,65	0,70
0,000	0,78	0,68	0,57	0,51	0,47	0,52	0,56	0,57	0,52	0,44	0,35	0,39	0,47	0,51	0,60
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



**Centro del carril oeste (5) : Luminancia [cd/m²]**

Mín : 0,65 cd/m Med (A) 0,82 cd/m² Máx : 1,12 cd/m² Uo : 79,0 % Ug : 57,5 %

2,000	1,12	0,99	0,87	0,71	0,65	0,73	0,82	0,89	0,87	0,77	0,66	0,73	0,82	0,80	0,81
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

**Centro del carril este (6) : Luminancia [cd/m²]**

Mín : 0,67 cd/m Med (A) 0,95 cd/m² Máx : 1,21 cd/m² Uo : 71,0 % Ug : 55,8 %

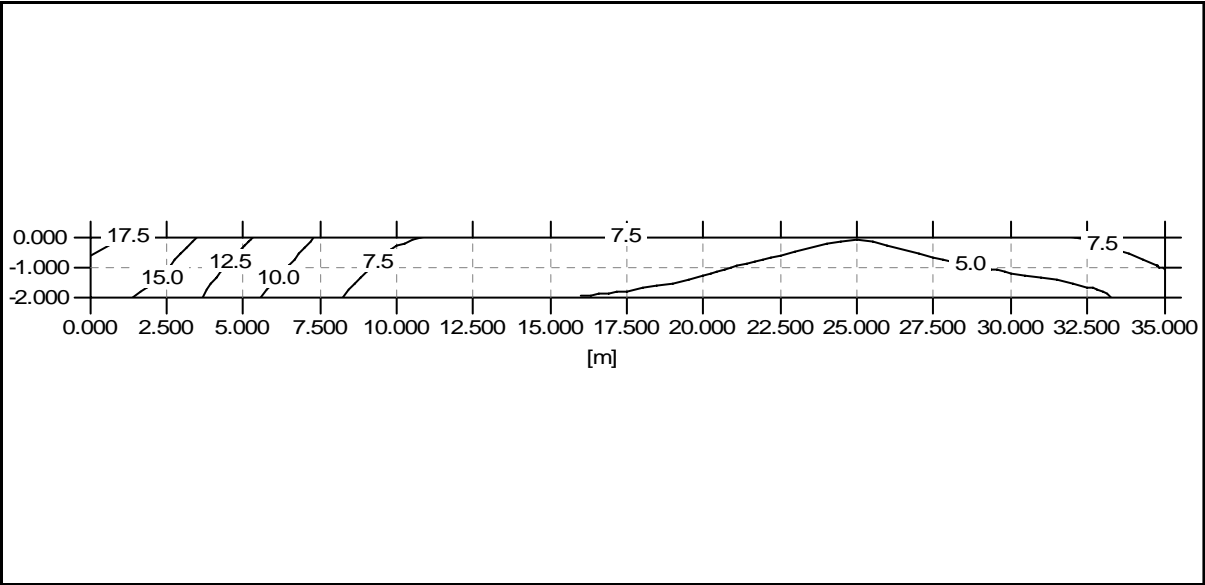
6,000	0,67	0,72	0,79	0,72	0,78	0,92	1,04	1,12	1,03	0,95	0,92	1,03	1,21	1,15	1,18
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

Acera oeste (7) : Iluminancia [lux]

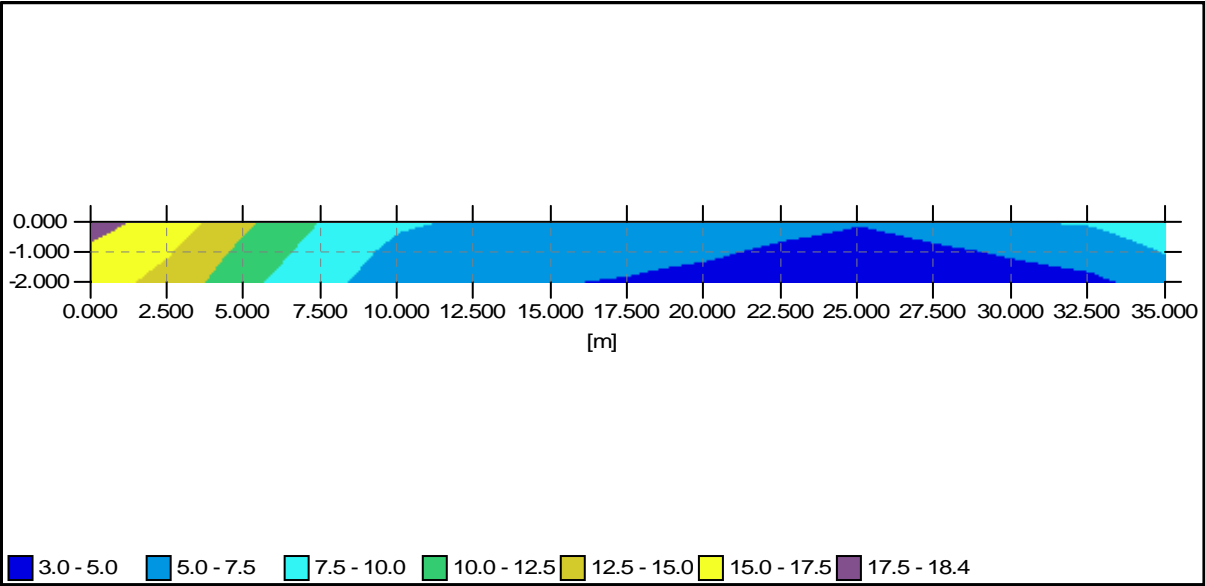
Mín : 3,0 lux    Med (A) 7,8 lux    Máx : 18,4 lux    Uo : 38,6 %    Ug : 16,3 %

0,000	18,4	16,5	13,0	9,8	7,9	7,2	7,3	7,5	7,2	6,1	5,2	6,1	7,5	7,8	9,3
-1,000	17,0	15,2	11,7	8,8	6,9	6,1	5,9	5,9	5,5	4,4	3,8	4,6	5,3	5,9	7,7
-2,000	16,1	14,2	10,6	8,0	6,3	5,5	5,1	4,8	4,0	3,1	3,0	3,4	4,1	4,6	5,9
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

Acera oeste (7) : Iluminancia [lux]



Acera oeste (7) : Iluminancia [lux]

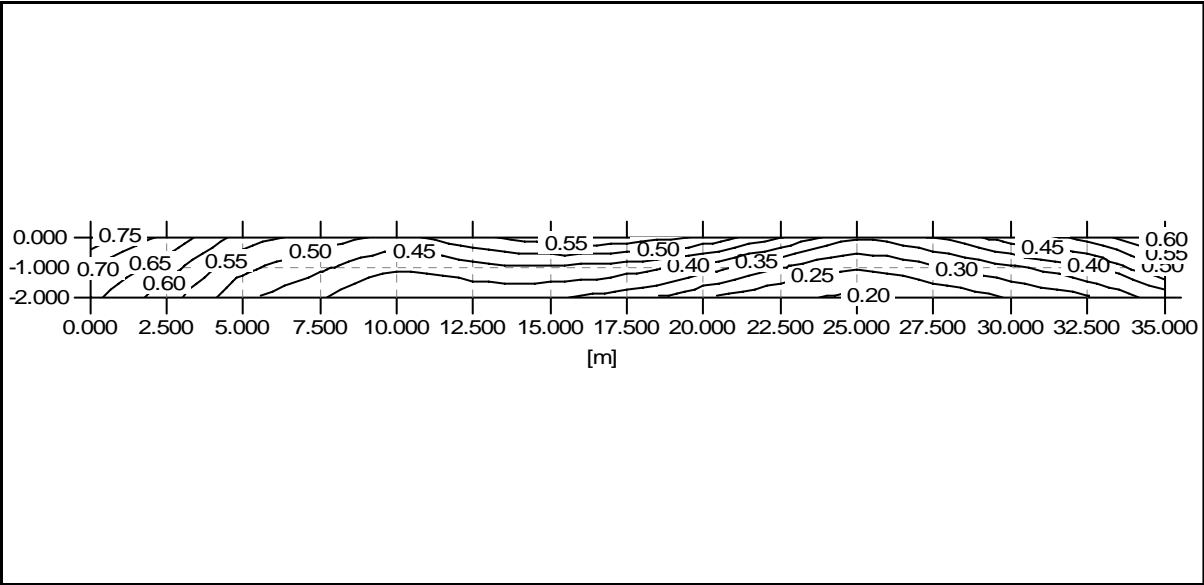


Acera oeste (7) : Luminancia [cd/m²]

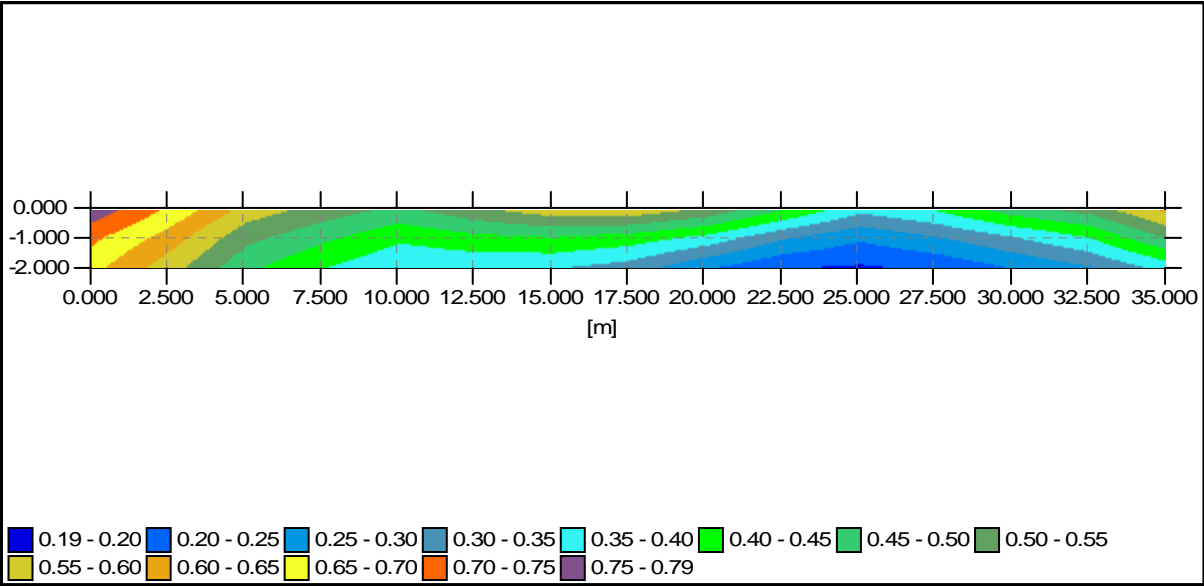
Mín : 0,19 cd/m Med (A) 0,45 cd/m² Máx : 0,79 cd/m² Uo : 43,7 % Ug : 24,8 %

0,000	0,79	0,69	0,58	0,53	0,49	0,54	0,59	0,59	0,55	0,46	0,37	0,41	0,48	0,53	0,62
-1,000	0,71	0,63	0,52	0,46	0,41	0,44	0,45	0,43	0,38	0,31	0,26	0,30	0,35	0,40	0,50
-2,000	0,67	0,57	0,46	0,40	0,36	0,36	0,36	0,33	0,26	0,21	0,19	0,21	0,25	0,30	0,37
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

Acera oeste (7) : Luminancia [cd/m²]



Acera oeste (7) : Luminancia [cd/m²]



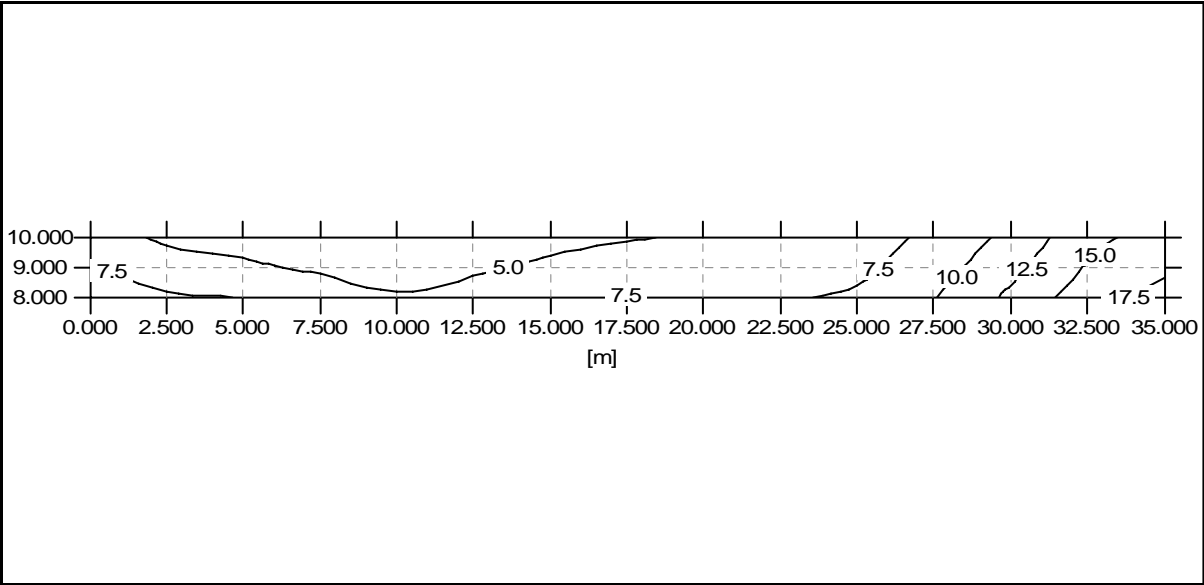


Acera este (8) : Iluminancia [lux]

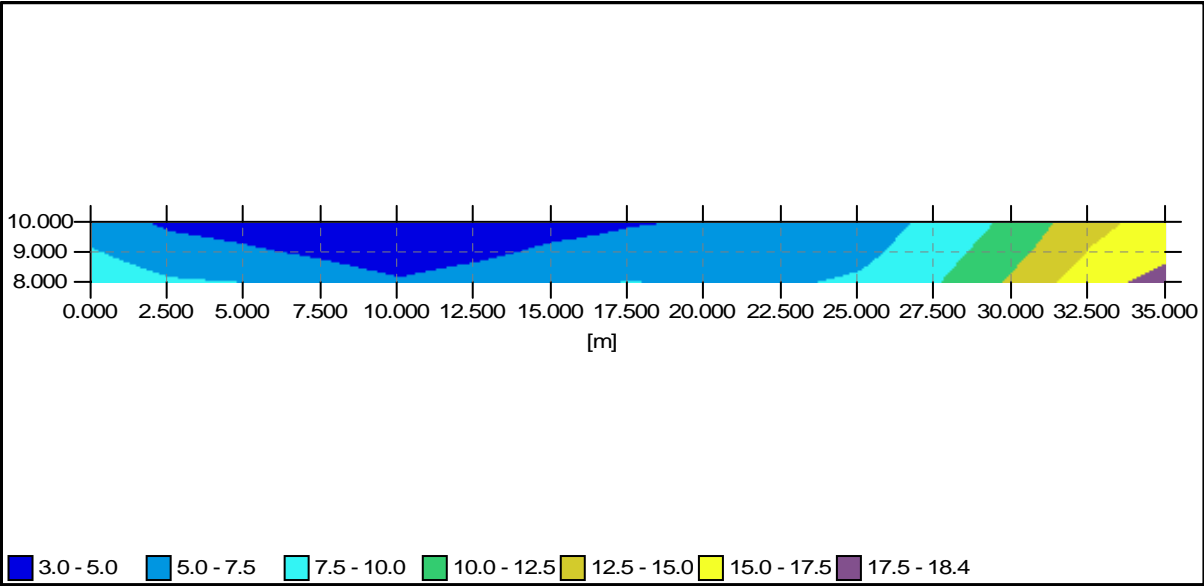
Mín : 3,0 lux    Med (A) : 7,8 lux    Máx : 18,4 lux    Uo : 38,6 %    Ug : 16,3 %

10,000	5,9	4,6	4,1	3,4	3,0	3,1	4,0	4,8	5,1	5,5	6,3	8,0	10,6	14,2	16,1
9,000	7,7	5,9	5,3	4,6	3,8	4,4	5,5	5,9	5,9	6,1	6,9	8,8	11,7	15,2	17,0
8,000	9,3	7,8	7,5	6,1	5,2	6,1	7,2	7,5	7,3	7,2	7,9	9,8	13,0	16,5	18,4
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

Acera este (8) : Iluminancia [lux]



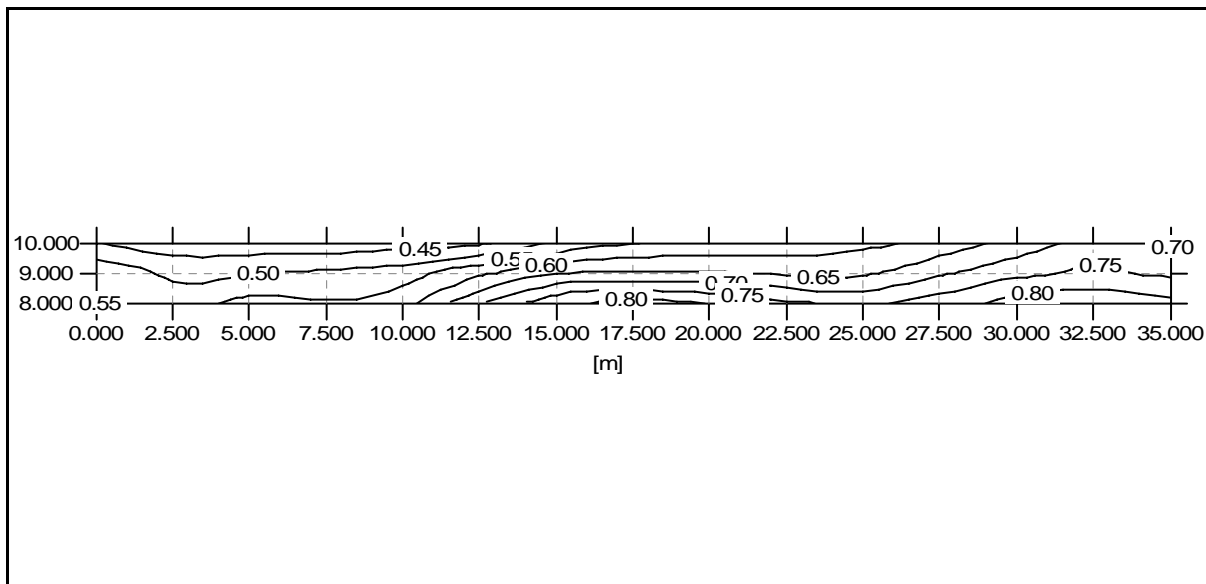
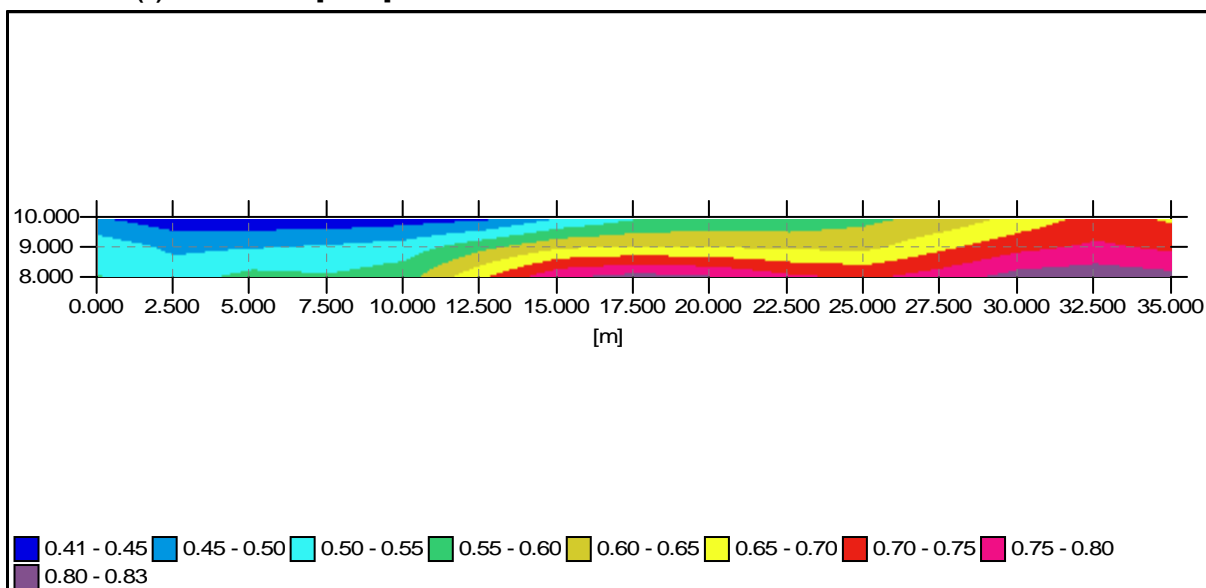
Acera este (8) : Iluminancia [lux]



**Acera este (8) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Mín :   $\text{cd}/\text{m}$  Med (A)   $\text{cd}/\text{m}^2$  Máx :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Uo :  % Ug :  %

10,000	0,45	0,42	0,41	0,41	0,42	0,43	0,50	0,54	0,56	0,56	0,59	0,61	0,66	0,72	0,69
9,000	0,53	0,49	0,50	0,51	0,52	0,58	0,64	0,65	0,65	0,64	0,64	0,69	0,73	0,76	0,74
8,000	0,55	0,53	0,56	0,55	0,58	0,69	0,79	0,82	0,80	0,76	0,74	0,77	0,82	0,83	0,81
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000


**Acera este (8) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]****Acera este (8) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

## Información general (Contin.)

### Detalles de las configuraciones

#### • Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
93233A	Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3	10,5	0,91	

### Detalles de los grupos

Lineal													
Nº	Principio			Luminaria				Geometría					
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Rot	Pendie	Inclina	
1	0,000	-0,300	10,000	93233A	0,0	1,0	0,0	3	70,000	0,0	0,0	0,0	
2	-35,000	8,300	10,000	93233A	180,0	1,0	0,0	4	70,000	0,0	0,0	0,0	

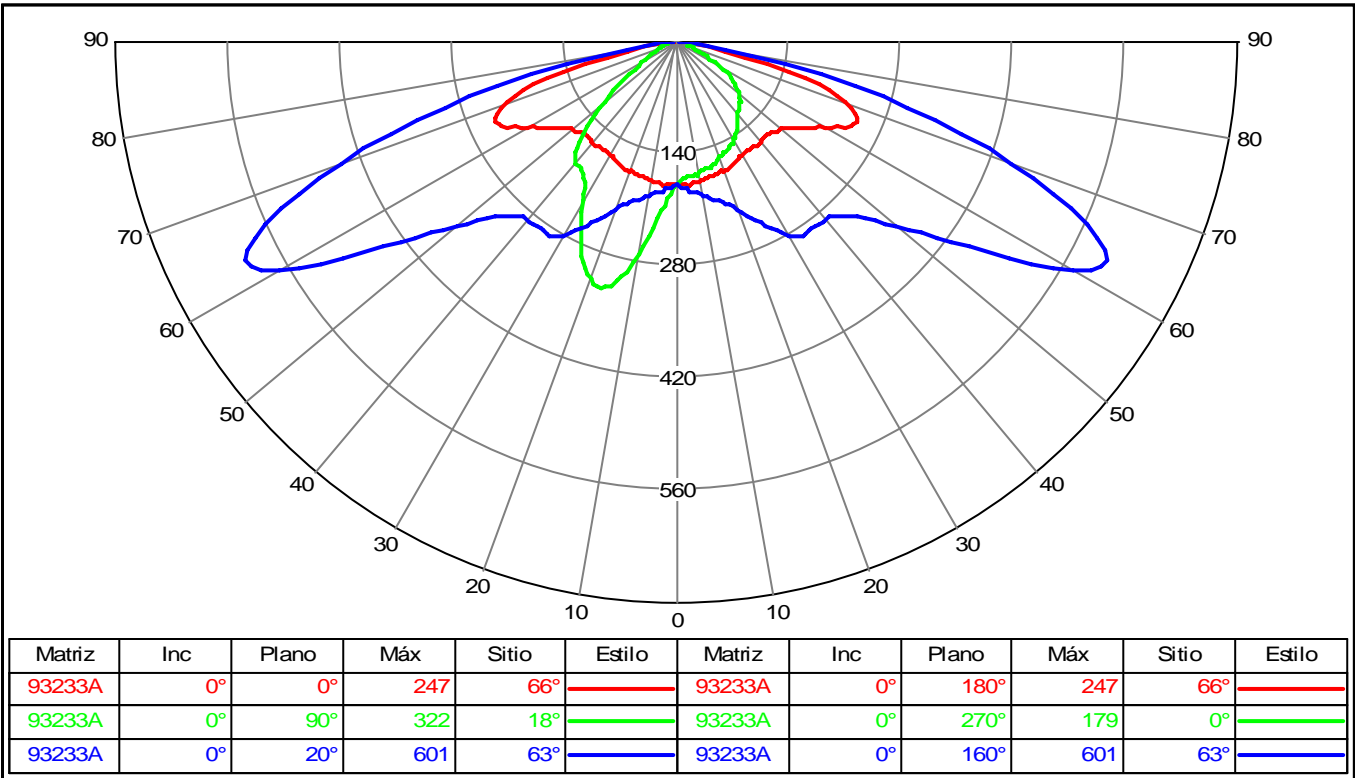
Documentos fotométricos

93233A

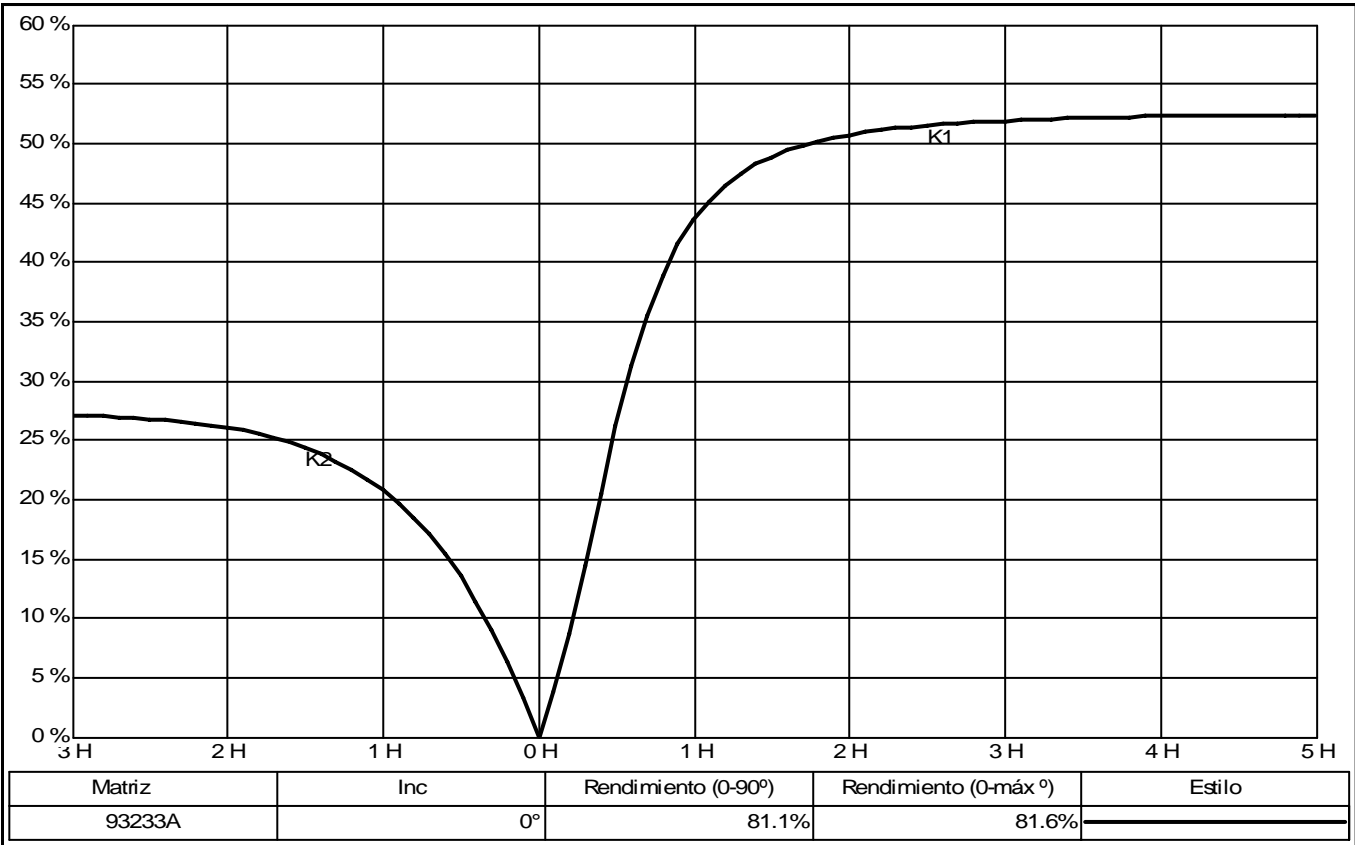


Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... \Alumbrado\AP\_D2\_Calculos\_Vial-B2.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Calzada (1)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Malla principal (TI) (4)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Centro del carril 1 (5)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

**Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Centro del carril 2 (6)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Acera este (7)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Aparcamiento (8)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : 

Geometría

Posición de

X :0,000

Y :8,000

Z :0,000

Tamaño

Nº X :13Interdistancia2,500Tamaño X :30,000

Nº Y :6Interdistancia1,000Tamaño Y :5,000

Cálculo

Iluminancia :☒Faceta :Normal

Luminancia :☒

Posición del

Móvil :☐

X :-60,000

Y :4,000

Z :1,500

Superficie de la

Tabla R :R2007

Qo :0,07

• Acera oeste (9)

General

Tipo :Rectangular

Activado :☒

Máscaras☒

Color :

Geometría

Posición de

X :0,000

Y :-2,000

Z :0,000

Tamaño

Nº X :13Interdistancia2,500Tamaño X :30,000

Nº Y :3Interdistancia1,000Tamaño Y :2,000

Cálculo

Iluminancia :☒Faceta :Normal

Luminancia :☒

Posición del

Móvil :☐

dX :-60,000

dY :4,000

dZ :1,500

Superficie de la

Tabla R :R2007

Qo :0,07

Resumen

Resumen sobre las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Calzada (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	6,3	28,3	15,1	22,1	41,5
Luminancia (cd/m²)	0,45	1,45	1,00	31,1	44,9

Malla principal (TI) (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,45	1,45	1,00	31,1	44,9

Centro del carril 1 (5)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,83	1,26	1,00	65,9	83,5

Centro del carril 2 (6)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,97	1,33	1,18	73,0	82,3

Acera este (7)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	1,3	12,0	3,9	11,2	34,1
Luminancia (cd/m²)	0,09	0,51	0,22	16,9	39,6



<b>Aparcamiento (8)</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>	<b>Med (A)</b>	<b>Mín/Máx</b>	<b>Mín/Med</b>
Iluminancia (lux)	2,0	19,5	7,4	10,5	27,8
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,17	0,90	0,50	18,7	33,7

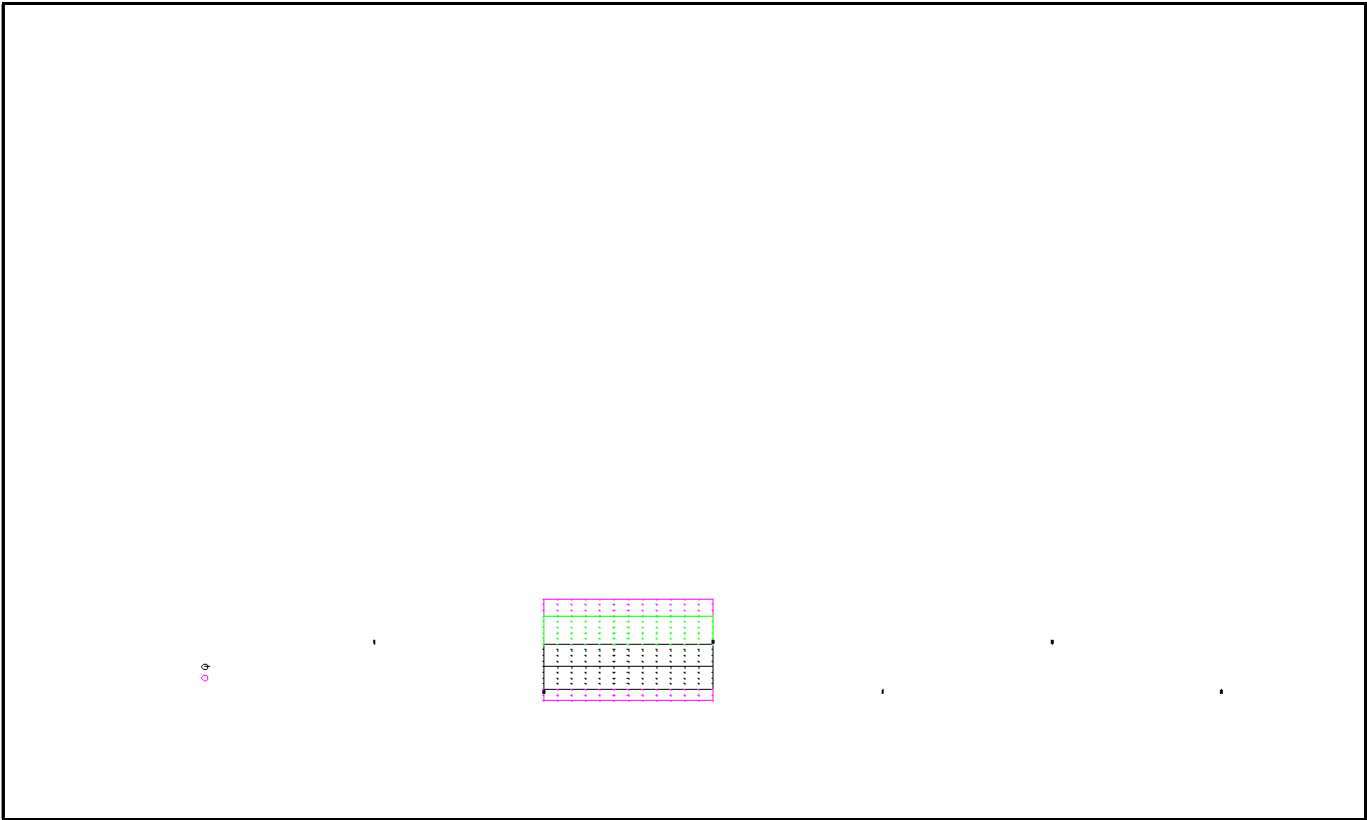
  

<b>Acera oeste (9)</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>	<b>Med (A)</b>	<b>Mín/Máx</b>	<b>Mín/Med</b>
Iluminancia (lux)	3,7	19,5	9,0	19,2	41,4
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,26	0,89	0,54	29,1	47,9

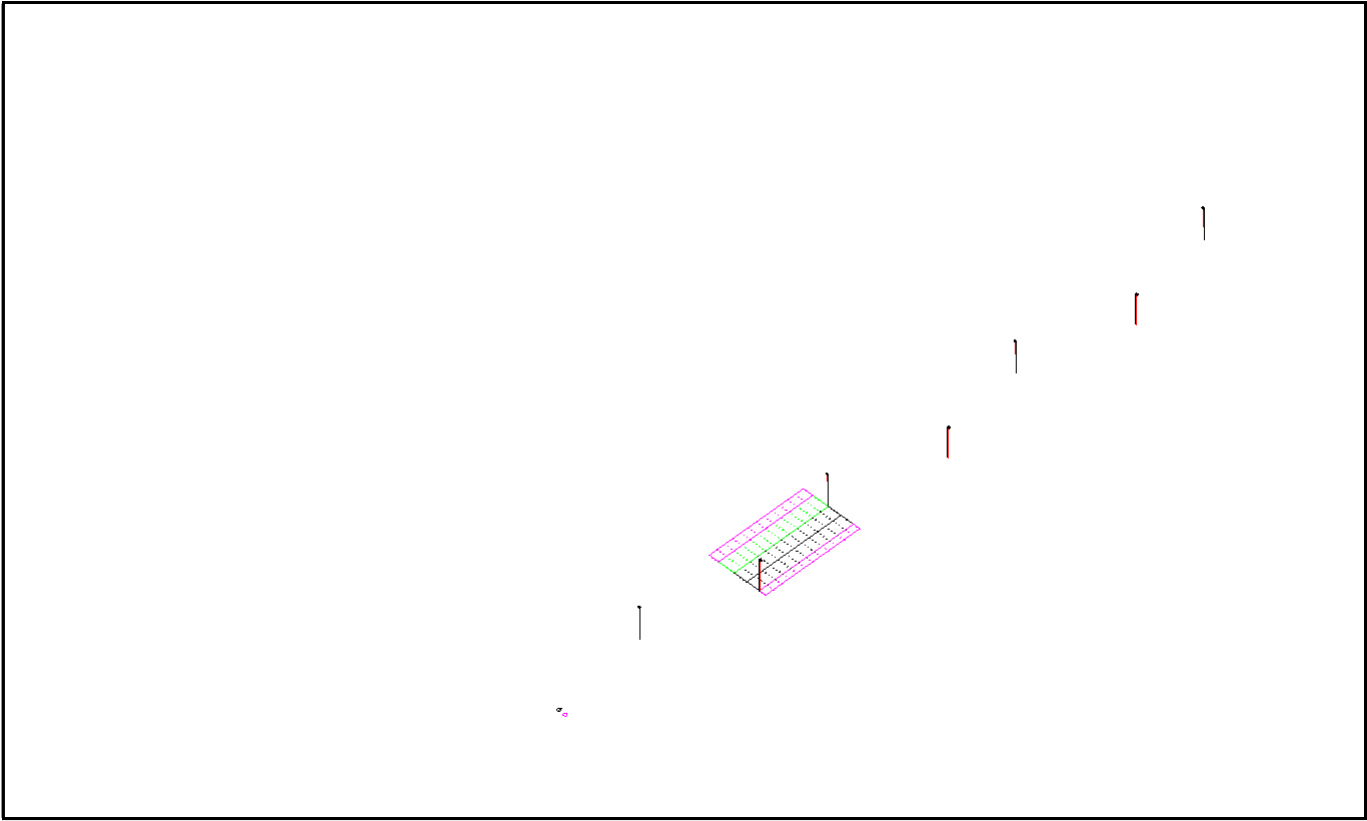
**Resumen de los observadores**

Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	VL Mínimo [cd/m <sup>2</sup> ] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	VL Máximo [cd/m <sup>2</sup> ] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	TI Mínimo [%] :	4,7	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	TI Máximo [%] :	4,7	Dirección [°] :	0

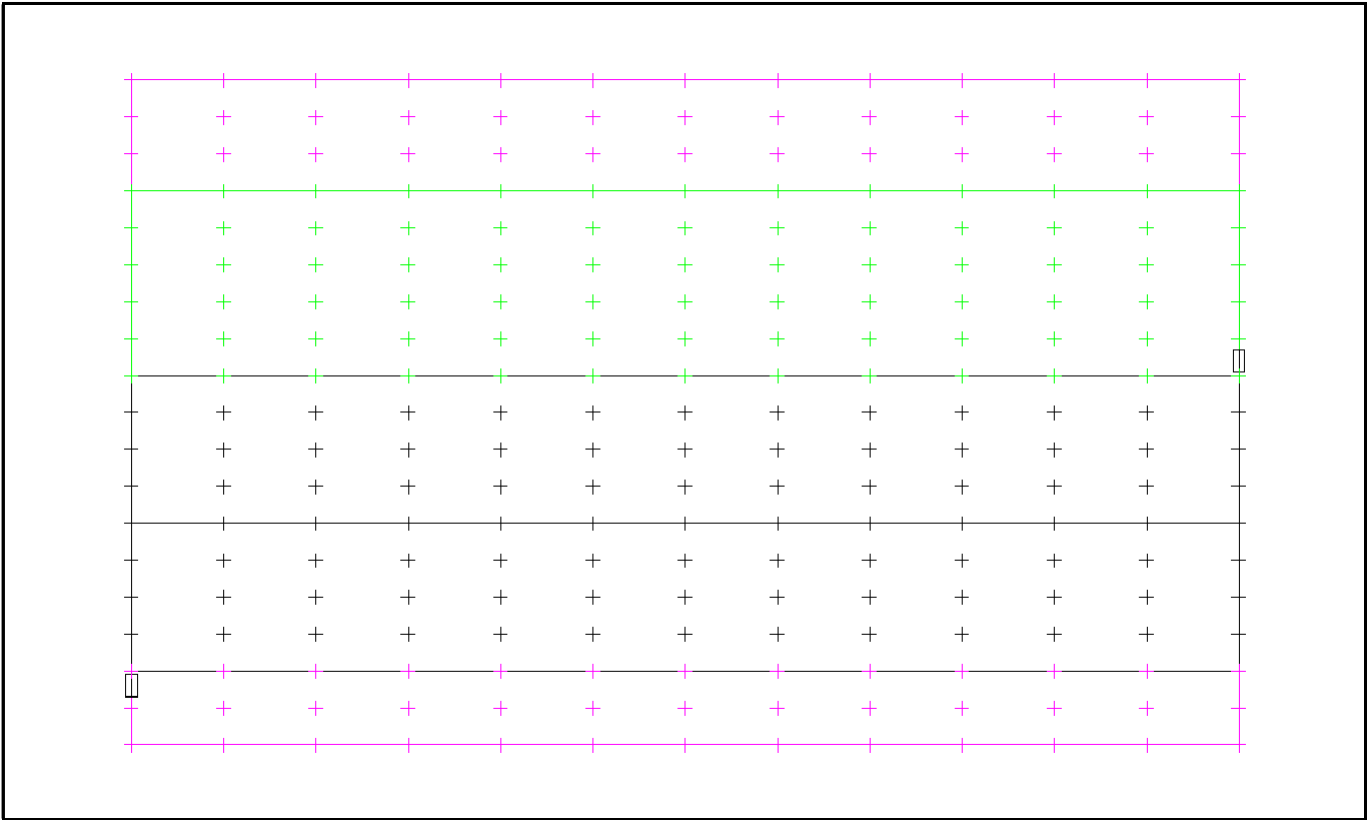
Vista en planta Configuración (1)



Vista en 3D Configuración (1)



Vista actual Configuración (1)



## Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

## Calzada (1) : Iluminancia [lux]

Mín : 6,3 lux

Med (A) 15,1 lux

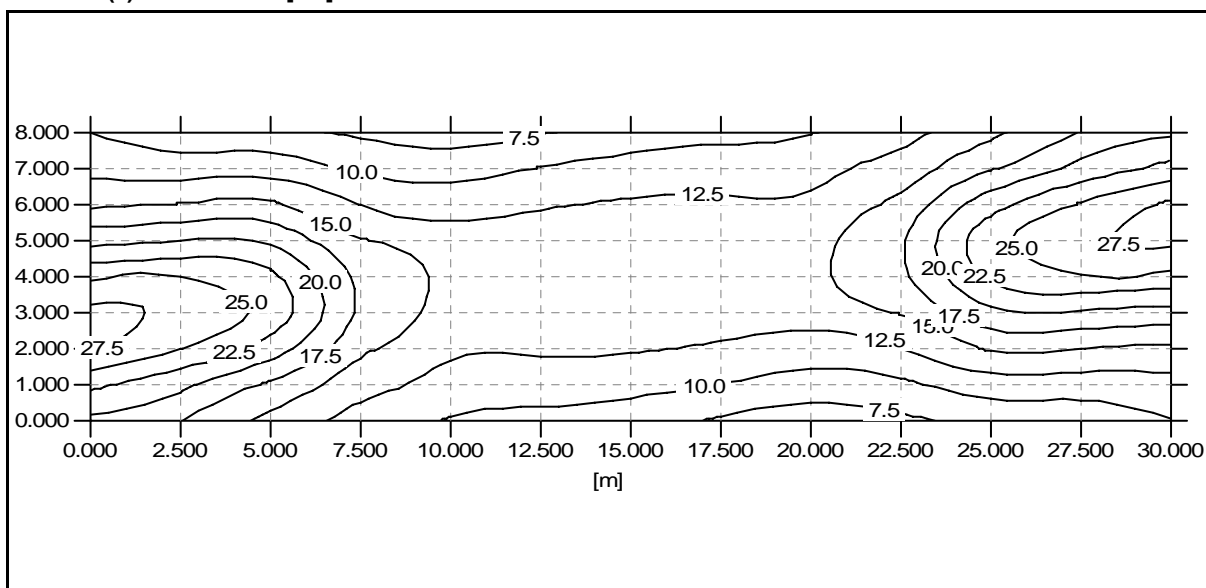
Máx : 28,3 lux

Uo : 41,5 %

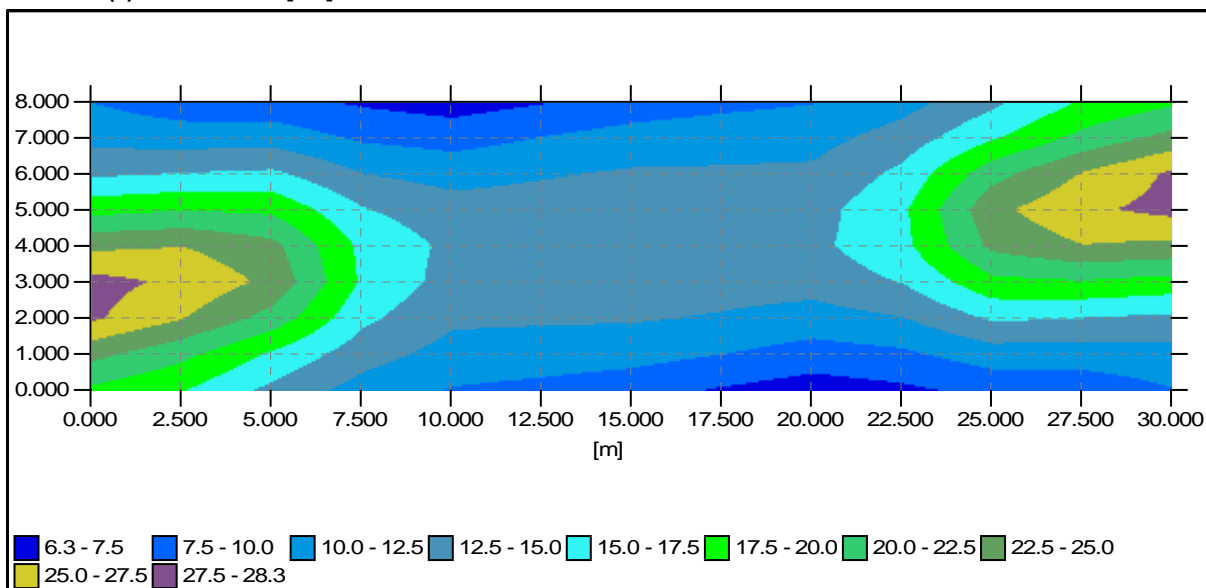
Ug : 22,1 %

8,000	9,9	8,4	8,2	7,0	6,3	7,3	8,6	9,3	9,8	11,5	14,3	17,6	19,5
7,000	11,6	11,2	11,3	9,6	8,9	10,0	10,9	11,4	11,6	13,6	17,1	20,7	23,3
6,000	14,5	15,0	15,4	12,4	11,5	12,2	12,8	12,8	13,0	15,6	21,6	25,1	27,9
5,000	19,1	19,8	19,4	15,1	13,5	13,7	13,9	13,8	14,0	17,1	24,4	27,0	28,3
4,000	24,4	24,9	23,1	16,8	14,4	14,3	14,3	14,3	14,4	16,8	23,1	25,0	24,4
3,000	28,3	27,0	24,4	17,0	14,0	13,8	13,9	13,7	13,5	15,2	19,4	19,9	19,1
2,000	27,9	25,1	21,6	15,6	13,0	12,8	12,8	12,2	11,5	12,5	15,4	15,0	14,5
1,000	23,2	20,7	17,1	13,6	11,6	11,4	10,9	10,0	8,9	9,6	11,3	11,2	11,6
0,000	19,5	17,6	14,3	11,5	9,8	9,3	8,6	7,3	6,3	7,1	8,2	8,5	9,9
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

## Calzada (1) : Iluminancia [lux]



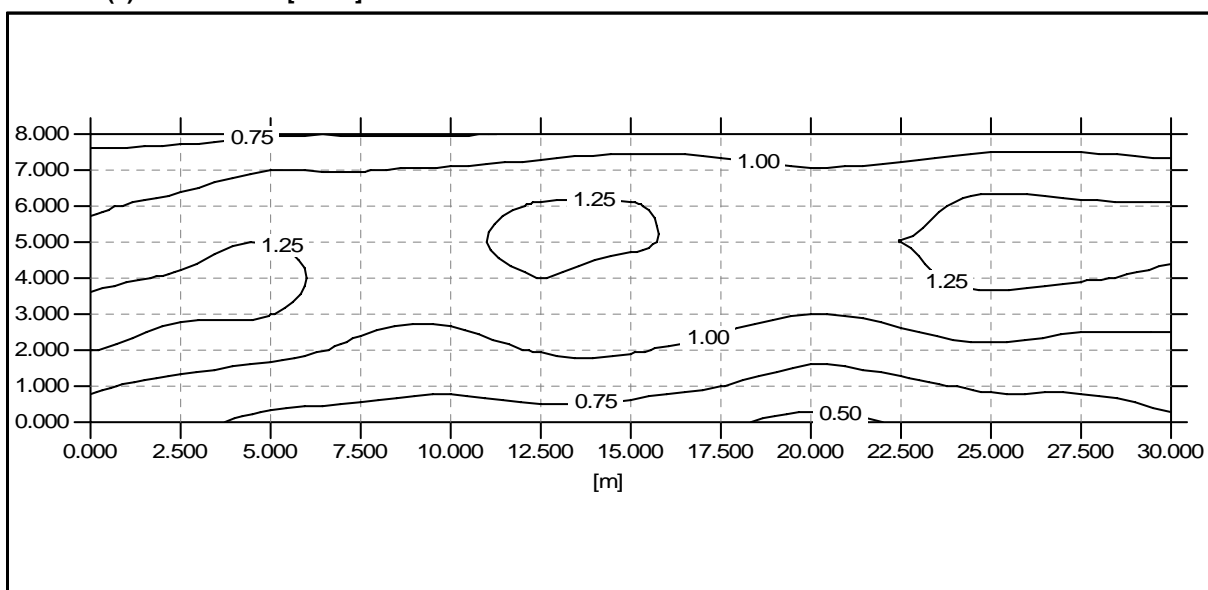
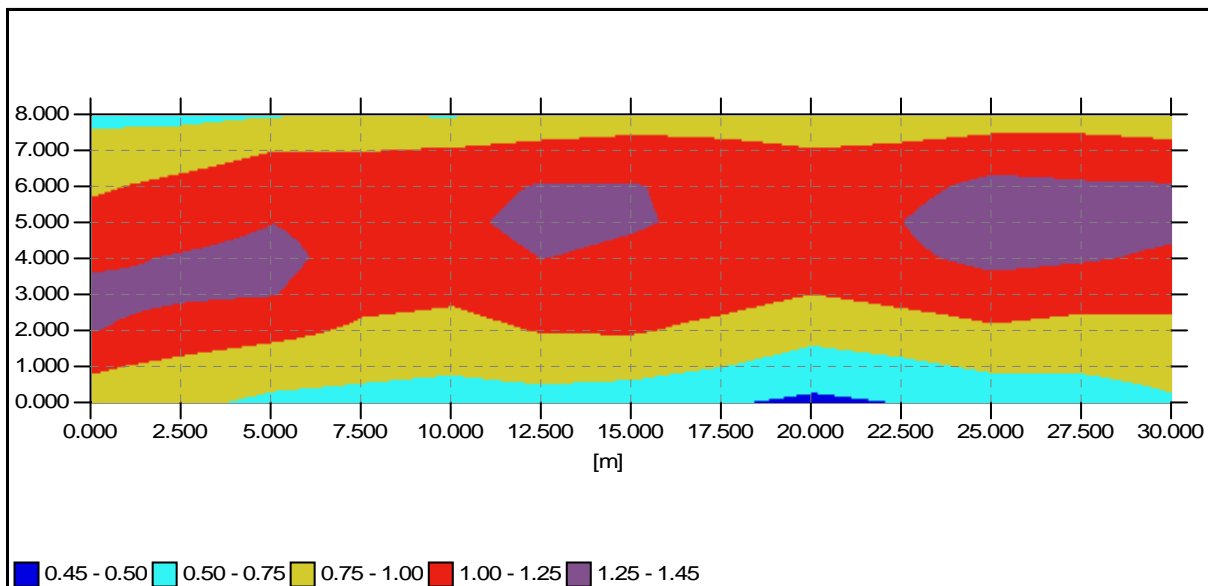
## Calzada (1) : Iluminancia [lux]



**Calzada (1) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Mín :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Med (A) :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Máx :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Uo :  % Ug :  %

8,000	0,69	0,68	0,73	0,73	0,72	0,77	0,85	0,86	0,84	0,87	0,90	0,90	0,89
7,000	0,83	0,89	0,99	0,99	1,02	1,08	1,11	1,06	1,01	1,03	1,08	1,08	1,05
6,000	0,97	1,06	1,15	1,10	1,17	1,27	1,26	1,18	1,10	1,16	1,33	1,28	1,27
5,000	1,08	1,16	1,25	1,16	1,20	1,32	1,27	1,19	1,16	1,25	1,45	1,33	1,31
4,000	1,21	1,27	1,32	1,15	1,15	1,25	1,20	1,16	1,14	1,20	1,32	1,28	1,21
3,000	1,31	1,28	1,26	1,08	1,04	1,14	1,13	1,09	1,00	1,07	1,12	1,08	1,07
2,000	1,26	1,16	1,08	0,96	0,92	1,02	1,02	0,94	0,83	0,90	0,97	0,93	0,95
1,000	1,04	0,94	0,86	0,82	0,79	0,85	0,84	0,76	0,65	0,71	0,79	0,79	0,84
0,000	0,87	0,79	0,71	0,68	0,64	0,65	0,61	0,53	0,45	0,51	0,59	0,63	0,72
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

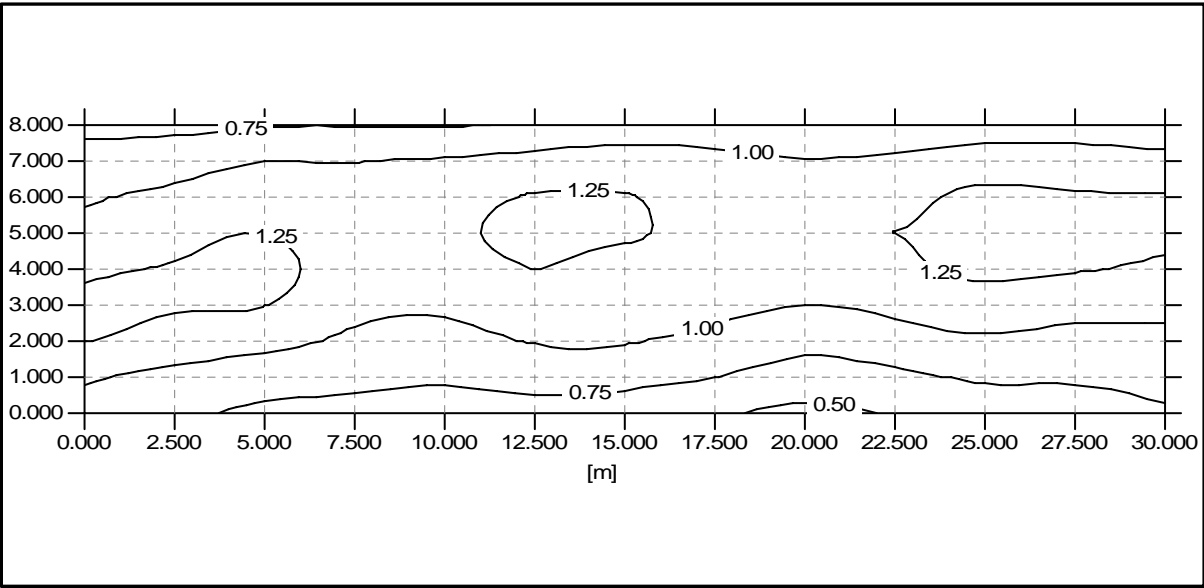
**Calzada (1) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]****Calzada (1) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]

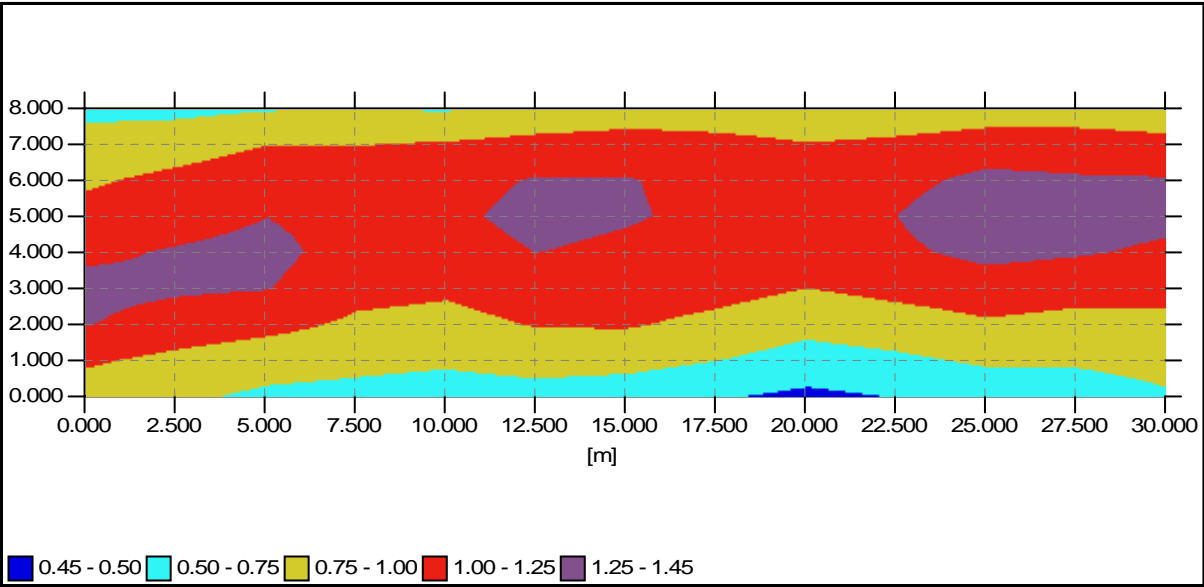
Mín : 0,45 cd/m Med (A) 1,00 cd/m² Máx : 1,45 cd/m² Uo : 44,9 % Ug : 31,1 %

8,000	0,69	0,68	0,73	0,73	0,72	0,77	0,85	0,86	0,84	0,87	0,90	0,90	0,89
7,000	0,83	0,89	0,99	0,99	1,02	1,08	1,11	1,06	1,01	1,03	1,08	1,08	1,05
6,000	0,97	1,06	1,15	1,10	1,17	1,27	1,26	1,18	1,10	1,16	1,33	1,28	1,27
5,000	1,08	1,16	1,25	1,16	1,20	1,32	1,27	1,19	1,16	1,25	1,45	1,33	1,31
4,000	1,21	1,27	1,32	1,15	1,15	1,25	1,20	1,16	1,14	1,20	1,32	1,28	1,21
3,000	1,31	1,28	1,26	1,08	1,04	1,14	1,13	1,09	1,00	1,07	1,12	1,08	1,07
2,000	1,26	1,16	1,08	0,96	0,92	1,02	1,02	0,94	0,83	0,90	0,97	0,93	0,95
1,000	1,04	0,94	0,86	0,82	0,79	0,85	0,84	0,76	0,65	0,71	0,79	0,79	0,84
0,000	0,87	0,79	0,71	0,68	0,64	0,65	0,61	0,53	0,45	0,51	0,59	0,63	0,72
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



**Centro del carril 1 (5) : Luminancia [cd/m²]**

Mín : 0,83 cd/m Med (A) 1,00 cd/m² Máx : 1,26 cd/m² Uo : 83,5 % Ug : 65,9 %

2,000	1,26	1,16	1,08	0,96	0,92	1,02	1,02	0,94	0,83	0,90	0,97	0,93	0,95
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000



**Centro del carril 2 (6) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín : 0,97 cd/m Med (A) 1,18 cd/m<sup>2</sup> Máx : 1,33 cd/m<sup>2</sup> Uo : 82,3 % Ug : 73,0 %

6,000	0,97	1,06	1,15	1,10	1,17	1,27	1,26	1,18	1,10	1,16	1,33	1,28	1,27
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera este (7) : Iluminancia [lux]

Mín : 1,3 lux

Med (A) 3,9 lux

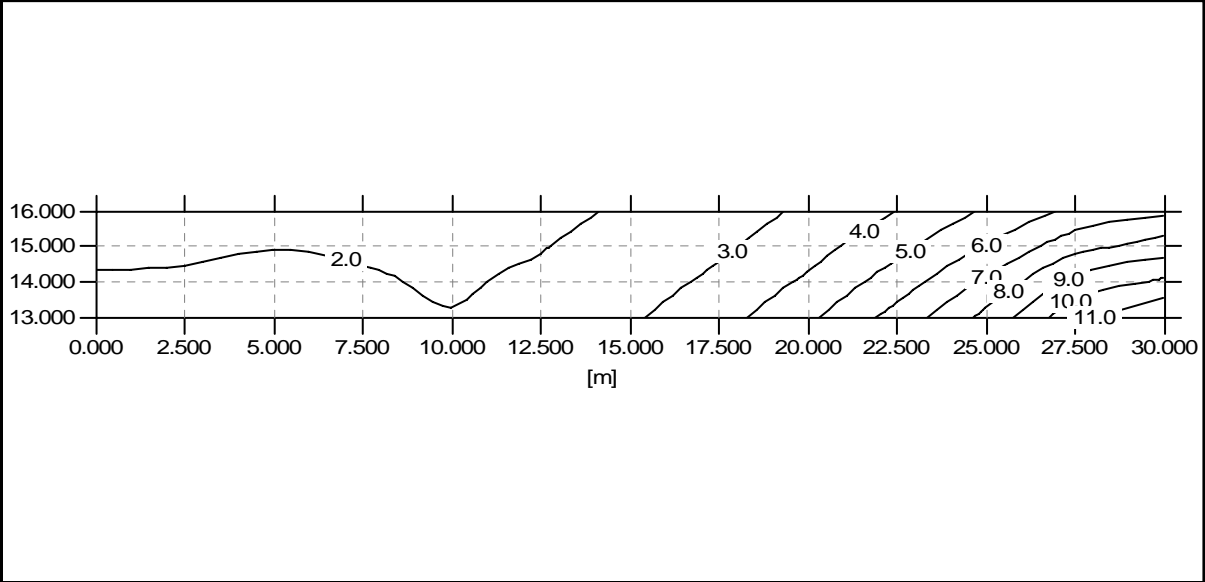
Máx : 12,0 lux

Uo : 34,1 %

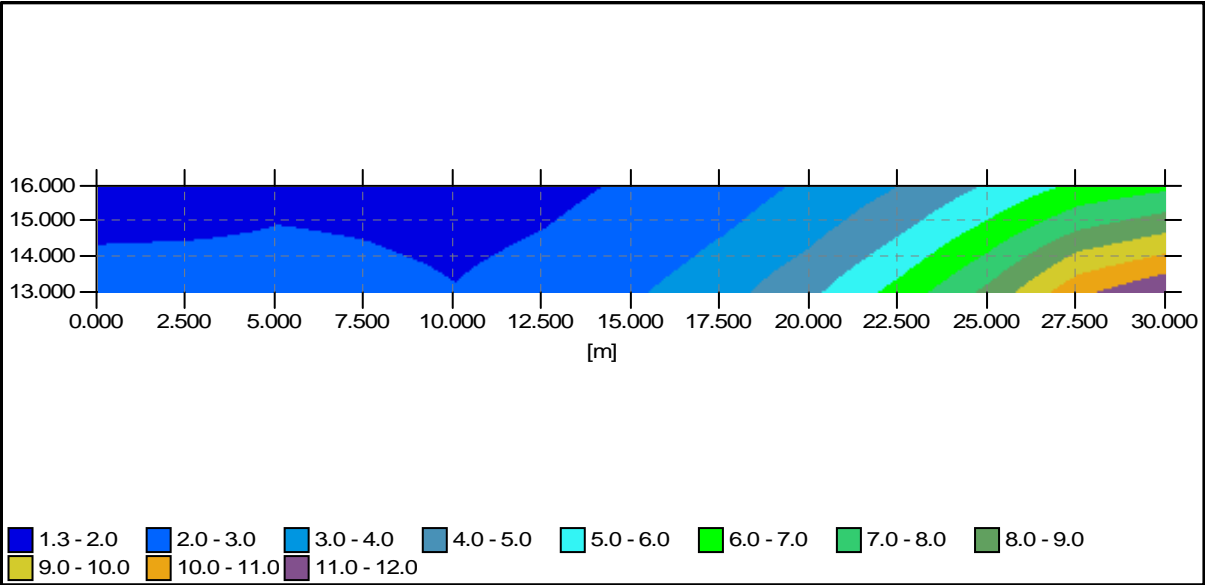
Ug : 11,2 %

16,000	1,3	1,4	1,6	1,6	1,5	1,8	2,1	2,5	3,2	4,0	5,1	6,2	6,7
15,000	1,6	1,7	2,0	1,9	1,7	2,0	2,4	2,8	3,6	4,7	6,0	7,6	8,4
14,000	2,2	2,2	2,3	2,1	1,9	2,2	2,5	3,2	4,2	5,5	7,1	9,2	10,1
13,000	2,8	2,7	2,6	2,4	2,0	2,5	2,9	3,6	4,8	6,4	8,3	10,7	12,0
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera este (7) : Iluminancia [lux]



Acera este (7) : Iluminancia [lux]

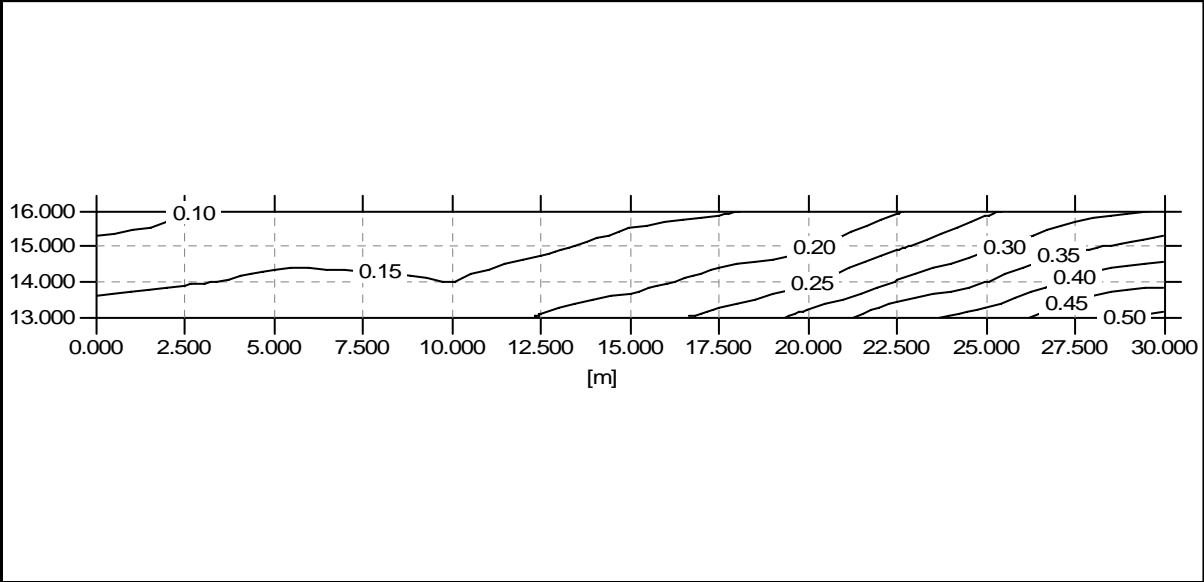


Acera este (7) : Luminancia [cd/m²]

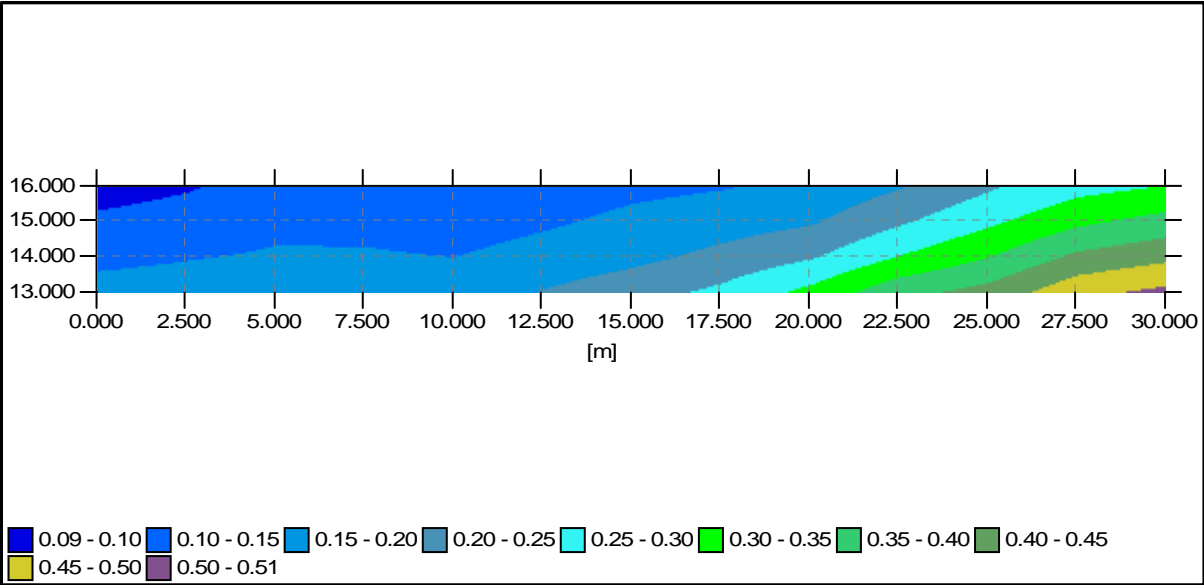
Mín : 0,09 cd/m Med (A) 0,22 cd/m² Máx : 0,51 cd/m² Uo : 39,6 % Ug : 16,9 %

16,000	0,09	0,10	0,11	0,12	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,20	0,24	0,28	0,30
15,000	0,11	0,11	0,14	0,14	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19	0,24	0,29	0,34	0,37
14,000	0,14	0,15	0,16	0,15	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,30	0,35	0,41	0,44
13,000	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,20	0,23	0,26	0,31	0,38	0,42	0,49	0,51
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera este (7) : Luminancia [cd/m²]



Acera este (7) : Luminancia [cd/m²]



Aparcamiento (8) : Iluminancia [lux]

Mín : 2,0 lux

Med (A) 7,4 lux

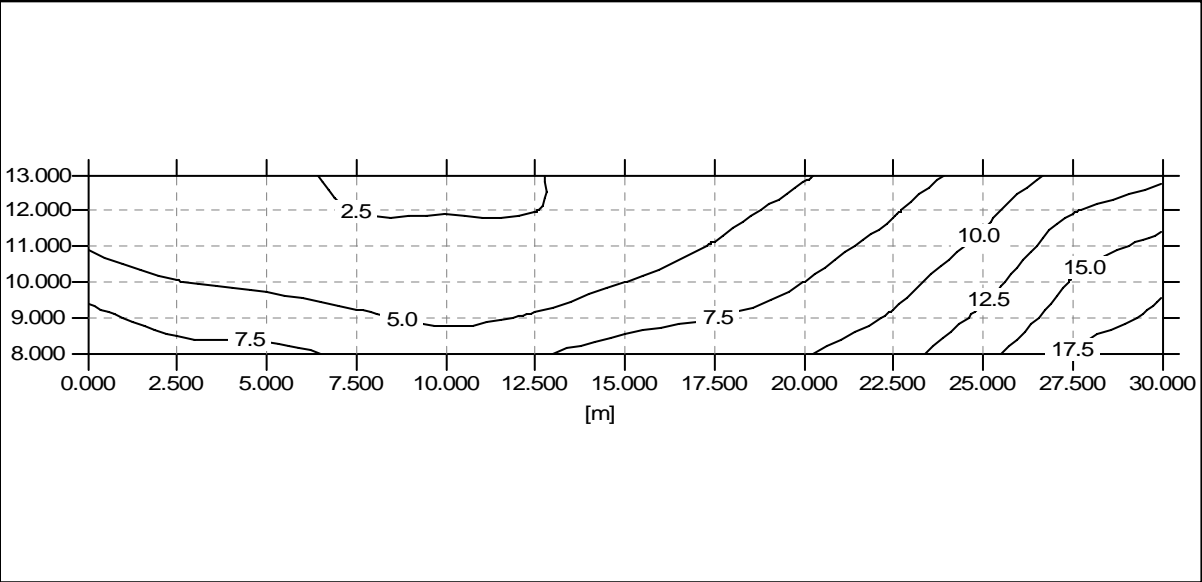
Máx : 19,5 lux

Uo : 27,8 %

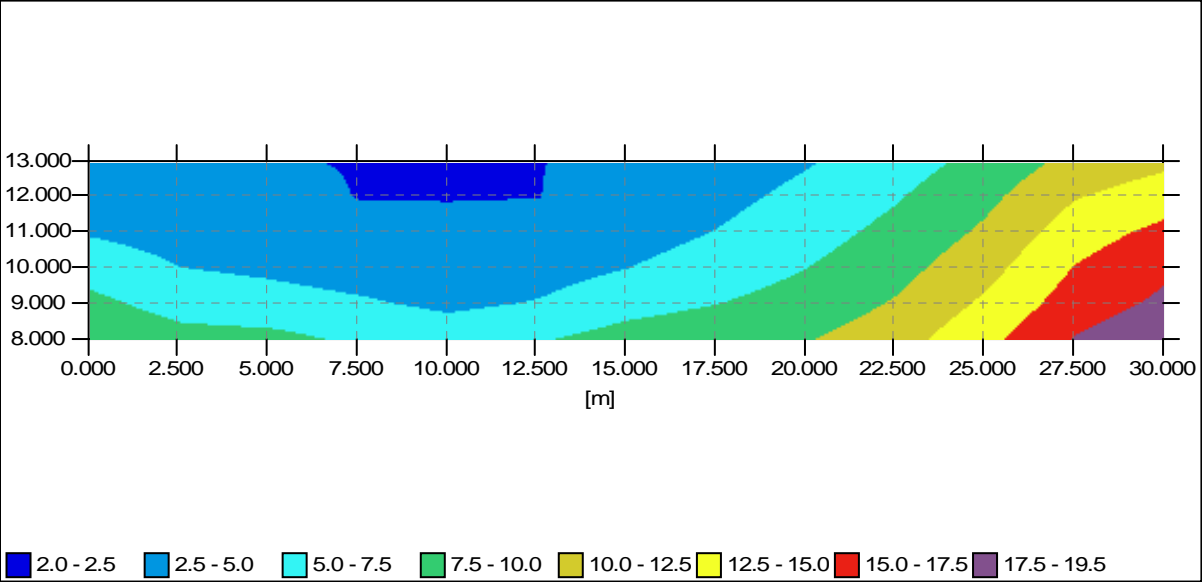
Ug : 10,5 %

13,000	2,8	2,7	2,6	2,4	2,0	2,5	2,9	3,6	4,8	6,4	8,3	10,7	12,0
12,000	3,7	3,3	3,1	2,4	2,4	2,5	3,2	4,3	5,7	7,3	9,4	12,4	13,8
11,000	4,8	4,1	3,7	3,1	3,0	3,1	3,8	5,1	6,5	8,2	10,4	13,9	15,7
10,000	6,3	5,0	4,6	4,0	3,7	4,0	5,0	6,3	7,5	9,2	11,7	15,1	17,1
9,000	8,2	6,4	5,9	5,3	4,5	5,1	6,5	7,5	8,4	10,2	12,9	16,2	18,0
8,000	9,9	8,4	8,2	7,0	6,3	7,3	8,6	9,3	9,8	11,5	14,3	17,6	19,5
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Aparcamiento (8) : Iluminancia [lux]



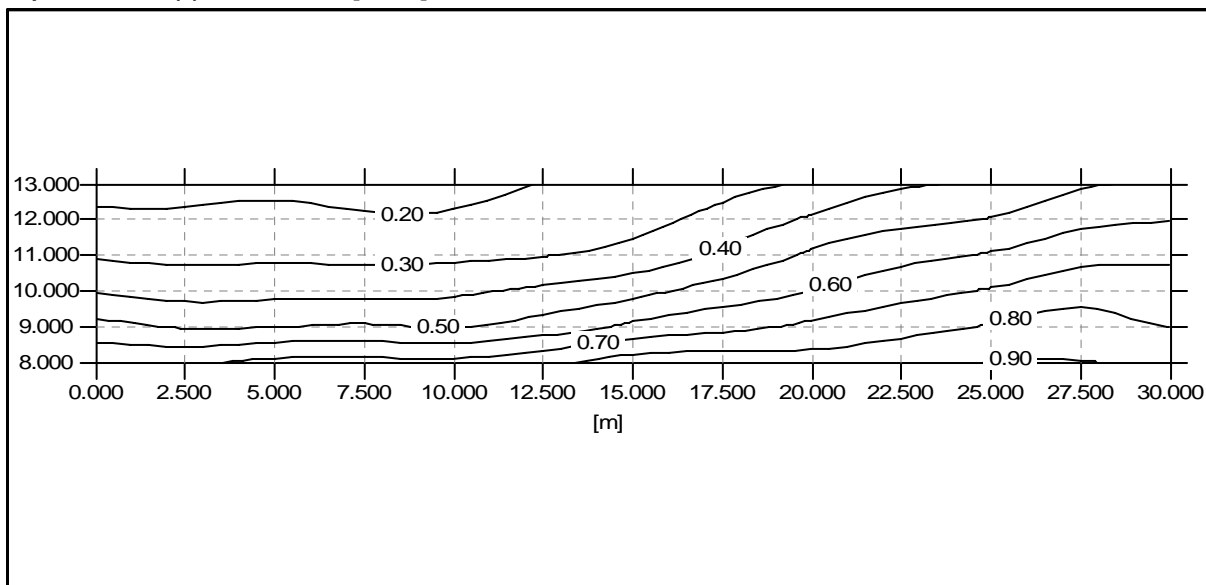
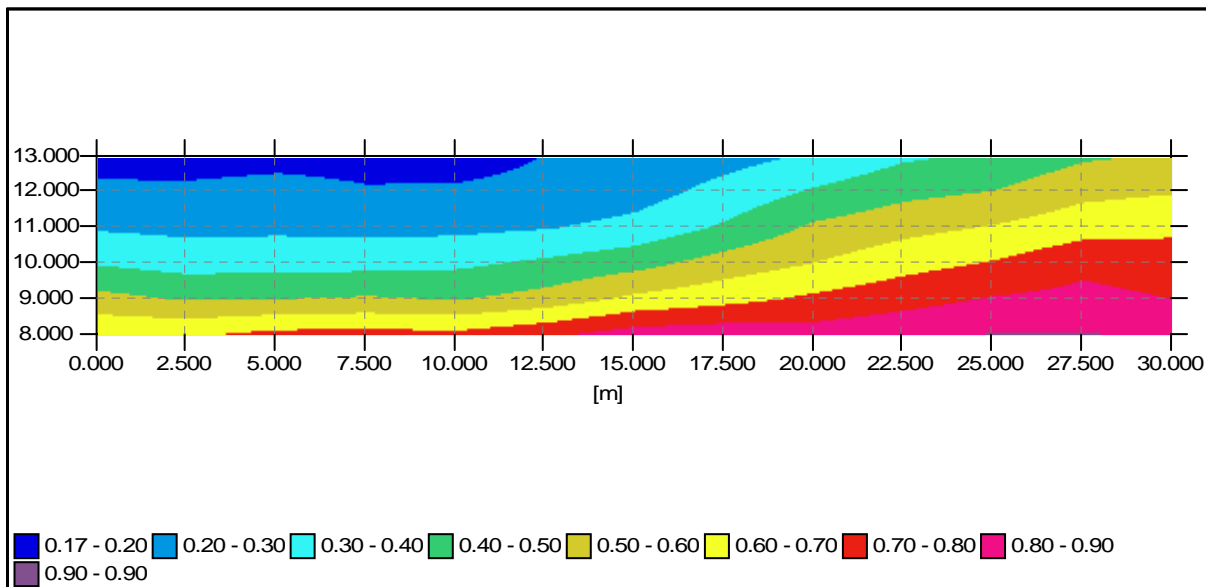
Aparcamiento (8) : Iluminancia [lux]



**Aparcamiento (8) : Luminancia [ $\text{cd/m}^2$ ]**

Mín :   $\text{cd/m}^2$  Med (A)   $\text{cd/m}^2$  Máx :   $\text{cd/m}^2$  Uo :  % Ug :  %

13,000	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,20	0,23	0,26	0,31	0,38	0,42	0,49	0,51
12,000	0,22	0,21	0,22	0,20	0,21	0,22	0,26	0,33	0,41	0,47	0,50	0,57	0,59
11,000	0,29	0,28	0,28	0,27	0,28	0,29	0,33	0,41	0,52	0,57	0,61	0,66	0,68
10,000	0,39	0,36	0,37	0,37	0,38	0,42	0,46	0,54	0,60	0,66	0,71	0,77	0,74
9,000	0,53	0,49	0,50	0,51	0,49	0,54	0,62	0,67	0,72	0,76	0,81	0,83	0,80
8,000	0,69	0,68	0,73	0,73	0,72	0,77	0,85	0,86	0,84	0,87	0,90	0,90	0,89
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

**Aparcamiento (8) : Luminancia [ $\text{cd/m}^2$ ]****Aparcamiento (8) : Luminancia [ $\text{cd/m}^2$ ]**

Acera oeste (9) : Iluminancia [lux]

Mín : 3,7 lux

Med (A) 9,0 lux

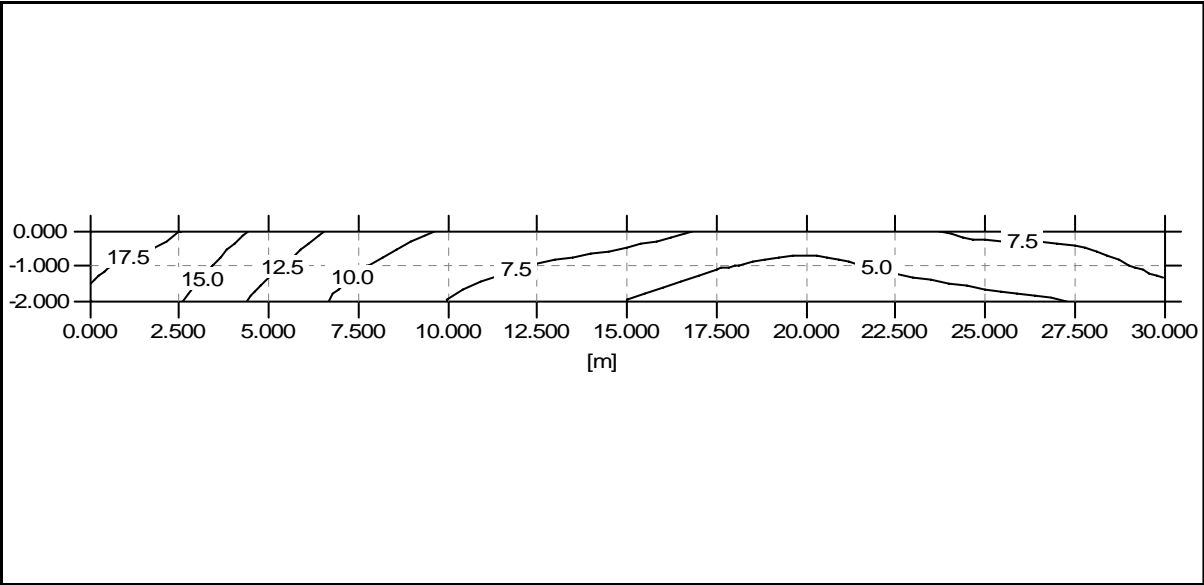
Máx : 19,5 lux

Uo : 41,4 %

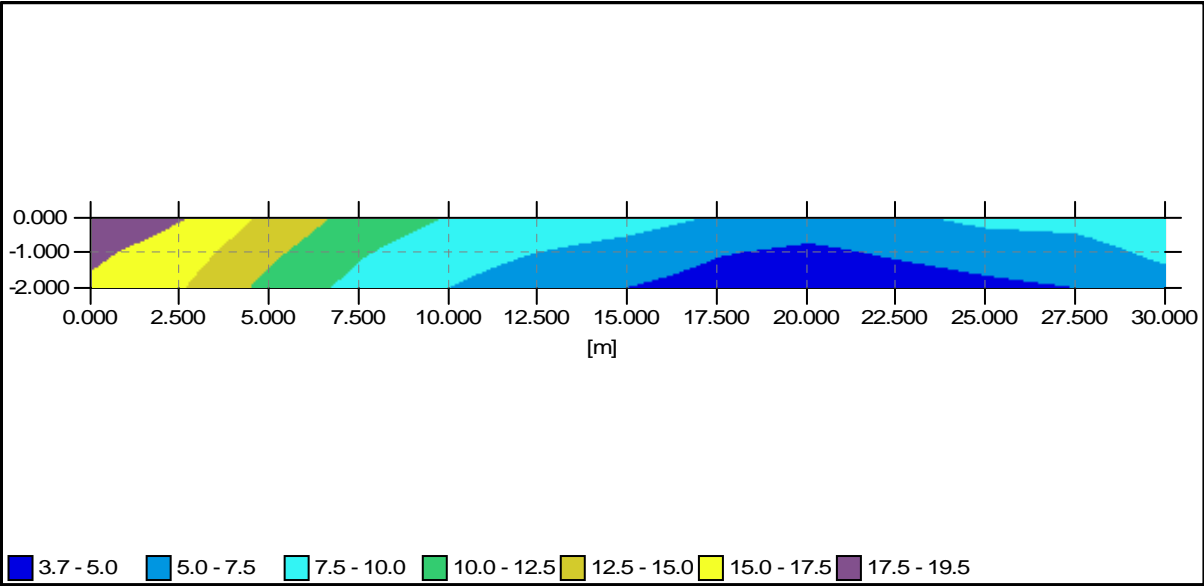
Ug : 19,2 %

0,000	19,5	17,6	14,3	11,5	9,8	9,3	8,6	7,3	6,3	7,1	8,2	8,5	9,9
-1,000	18,0	16,2	12,9	10,2	8,4	7,5	6,5	5,2	4,5	5,3	5,9	6,4	8,2
-2,000	17,0	15,1	11,7	9,1	7,5	6,3	5,0	4,0	3,7	4,0	4,6	5,0	6,3
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera oeste (9) : Iluminancia [lux]



Acera oeste (9) : Iluminancia [lux]



Acera oeste (9) : Luminancia [cd/m²]

Mín : 0,26 cd/m

Med (A) 0,54 cd/m²

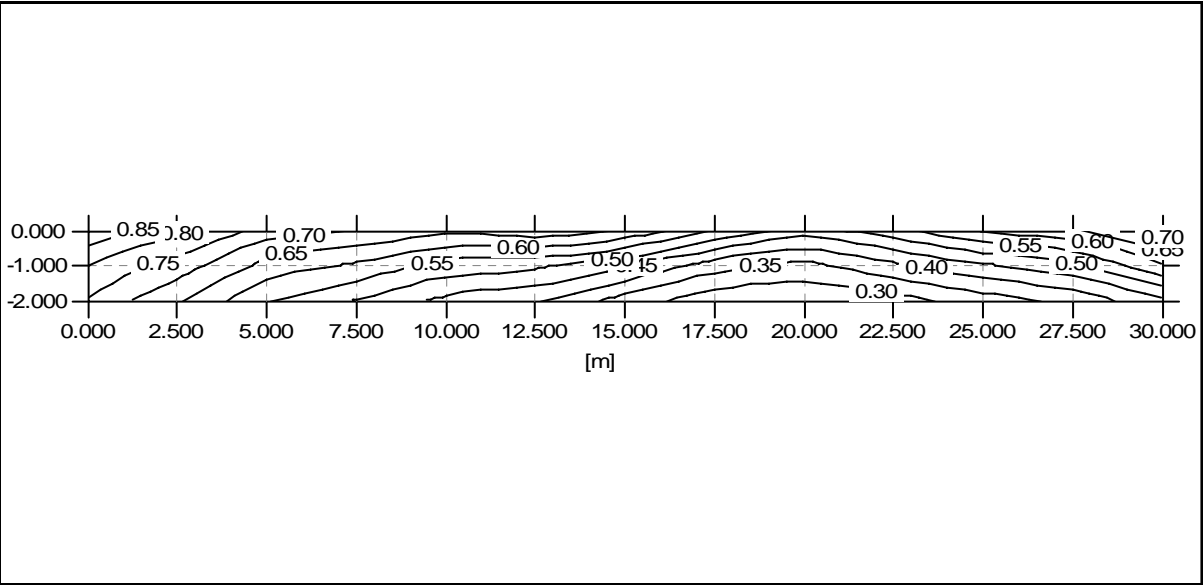
Máx : 0,89 cd/m²

Uo : 47,9 %

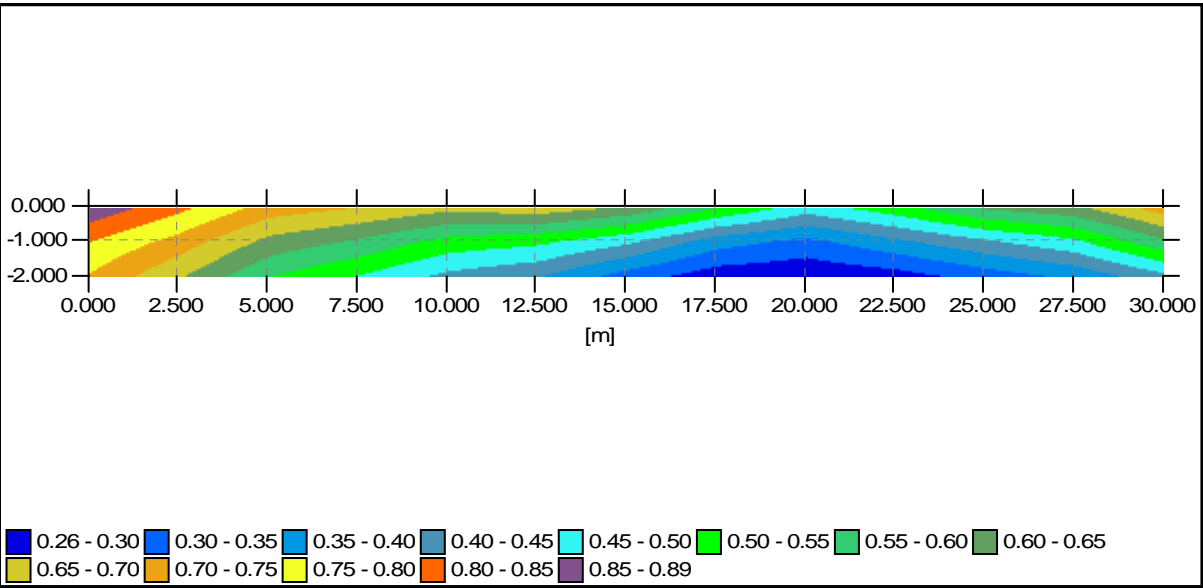
Ug : 29,1 %

0,000	0,89	0,82	0,73	0,70	0,67	0,69	0,65	0,56	0,48	0,54	0,61	0,64	0,73
-1,000	0,80	0,73	0,63	0,59	0,53	0,51	0,46	0,37	0,34	0,39	0,44	0,49	0,59
-2,000	0,74	0,66	0,55	0,50	0,44	0,41	0,33	0,27	0,26	0,28	0,32	0,36	0,44
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera oeste (9) : Luminancia [cd/m²]



Acera oeste (9) : Luminancia [cd/m²]






## Información general (Contin.)

### Detalles de las configuraciones

#### • Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
93233A	Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3	10,5	0,91	

#### Detalles de los grupos

Lineal													
Nº	Principio			Luminaria				Geometría					
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Rot	Pendie	Inclina	
1	0,000	-0,300	10,000	93233A	0,0	1,0	0,0	3	60,000	0,0	0,0	0,0	
2	-30,000	8,300	10,000	93233A	180,0	1,0	0,0	4	60,000	0,0	0,0	0,0	

Documentos fotométricos

93233A


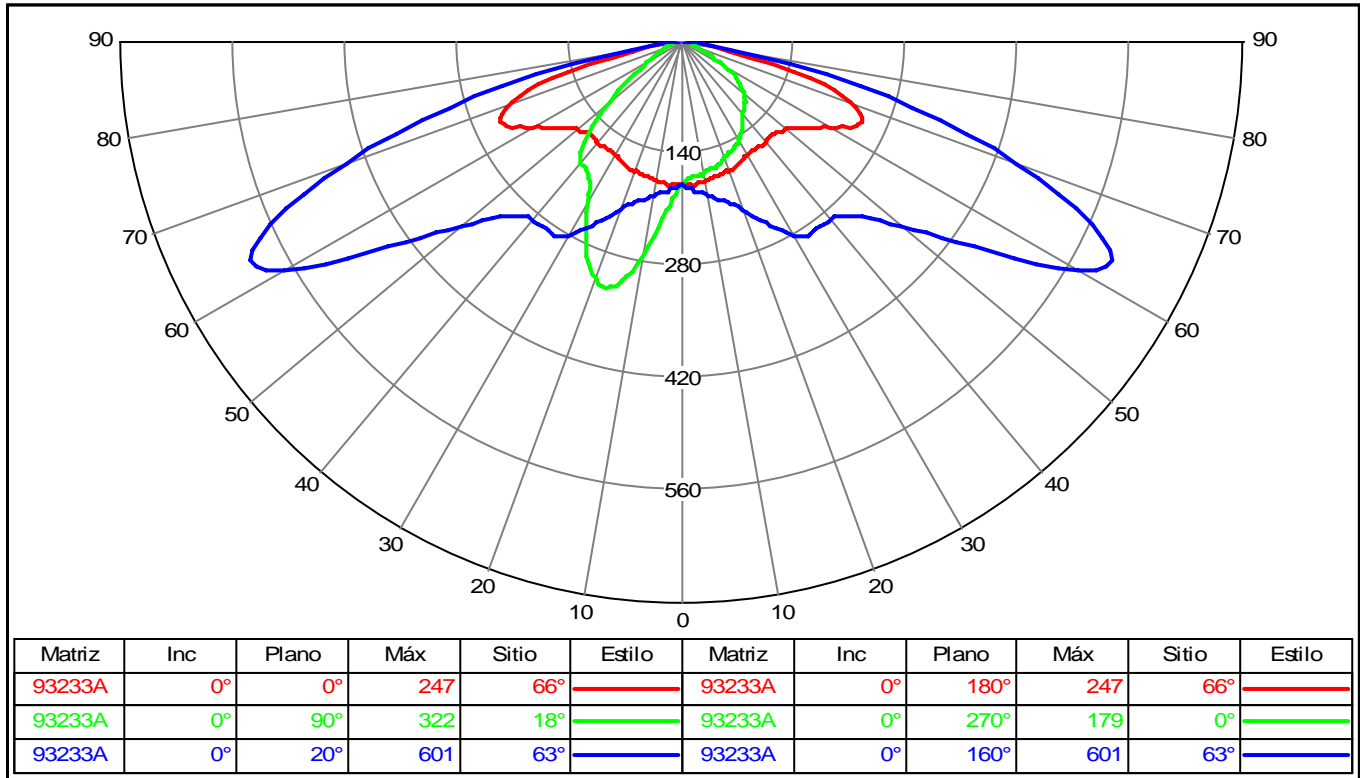
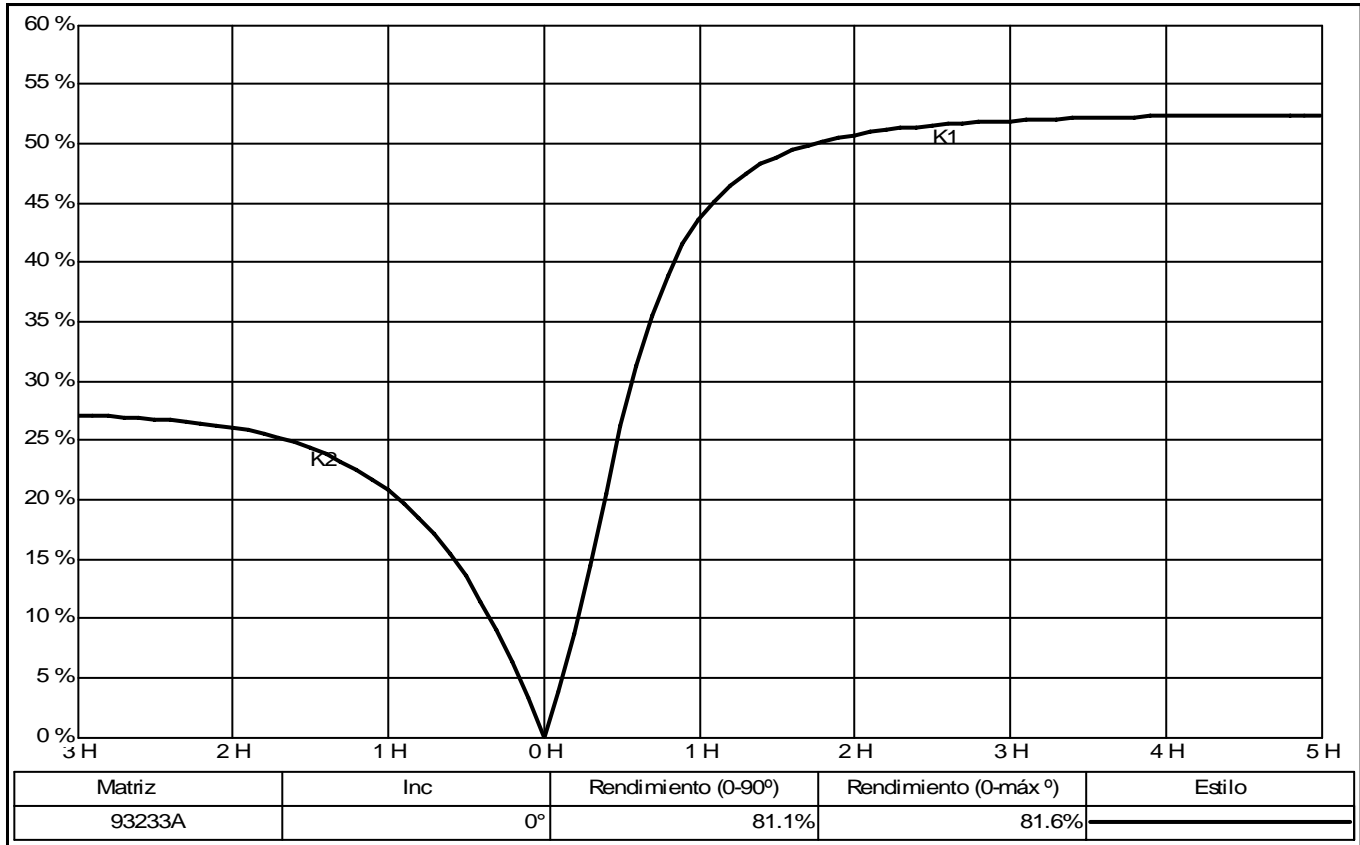
 Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... \Alumbrado\AP\_D2\_Calculos\_Vial-C.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Calzada (1)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Acera sur (2)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Acera norte (3)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

**Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Malla principal (TI) (4)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Centro del carril sur (5)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Centro del carril norte (6)**

**General**Tipo : Activado : ☒Máscaras ☒Color : **Geometría****Posición de**X : Y : Z : **Tamaño**Nº X : Interdistancia Tamaño X : **Cálculo**Iluminancia : ☒Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐X : Y : Z : **Superficie de la**Tabla R : Qo : **Resumen****Resumen sobre las mallas**

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Calzada (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	6,9	26,9	14,6	25,6	47,0
Luminancia (cd/m²)	0,48	1,31	0,96	36,2	49,6

Acera sur (2)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,2	18,6	7,6	11,8	28,8
Luminancia (cd/m²)	0,13	0,85	0,42	15,1	30,5

Acera norte (3)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,2	18,7	7,6	11,8	28,7
Luminancia (cd/m²)	0,15	0,87	0,50	17,1	29,8

Malla principal (TI) (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,48	1,31	0,96	36,2	49,6

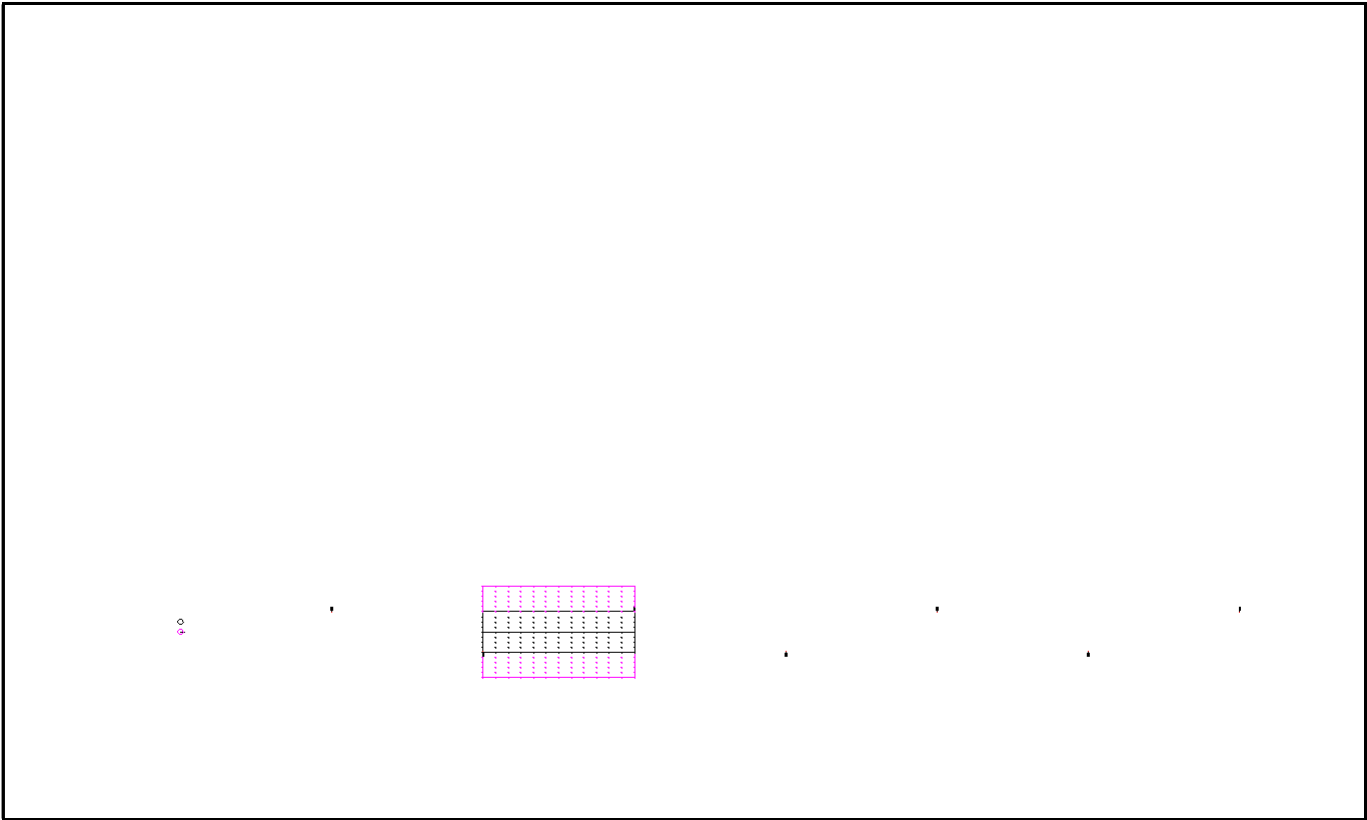
Centro del carril sur (5)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	11,5	24,8	15,4	46,3	74,5
Luminancia (cd/m²)	0,82	1,13	0,95	72,2	85,9

Centro del carril norte (6)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	11,5	24,8	15,4	46,3	74,5
Luminancia (cd/m²)	0,99	1,16	1,10	86,0	90,8

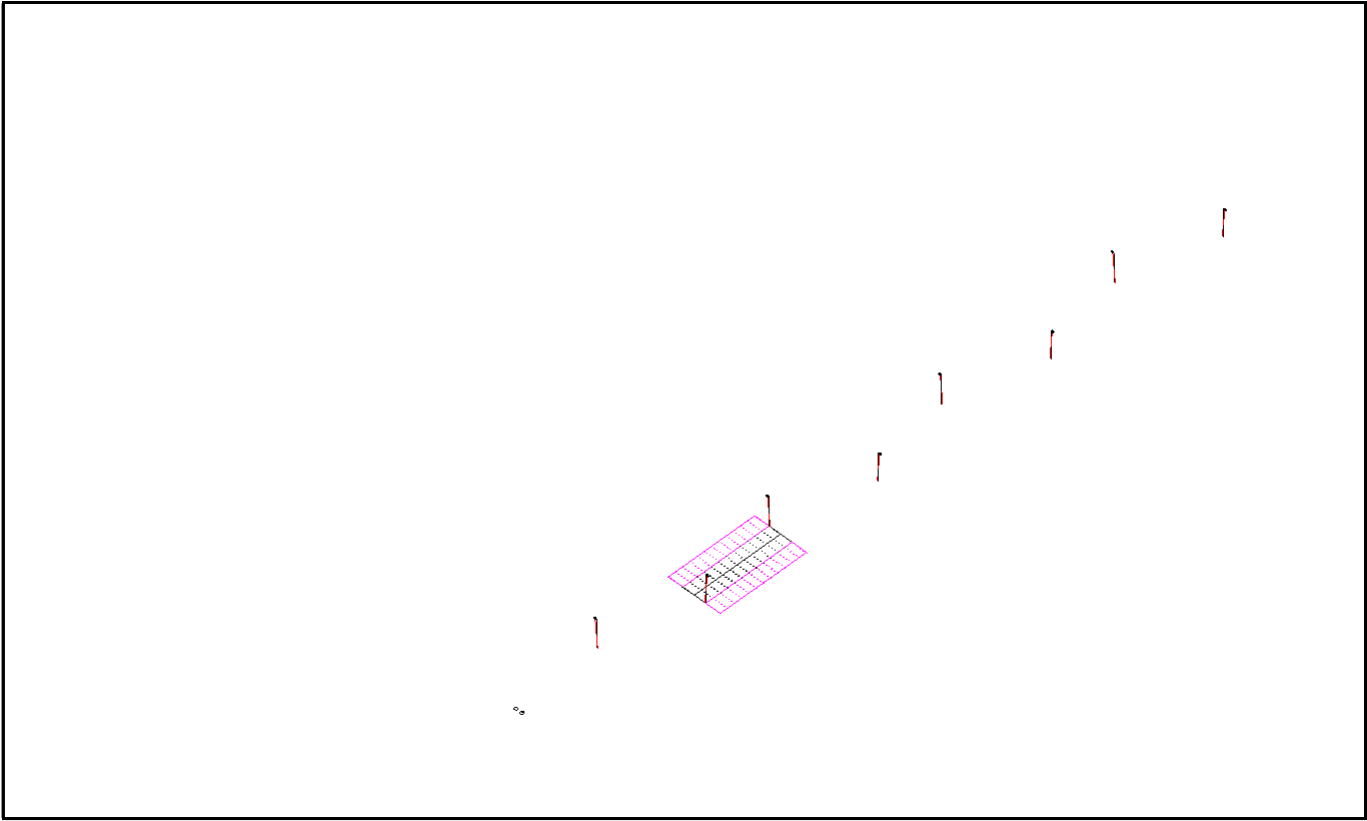
**Resumen de los observadores**

Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	VL Mínimo [cd/m²] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	VL Máximo [cd/m²] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	TI Mínimo [%] :	5,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 4,000, 1,500)	TI Máximo [%] :	5,0	Dirección [°] :	0

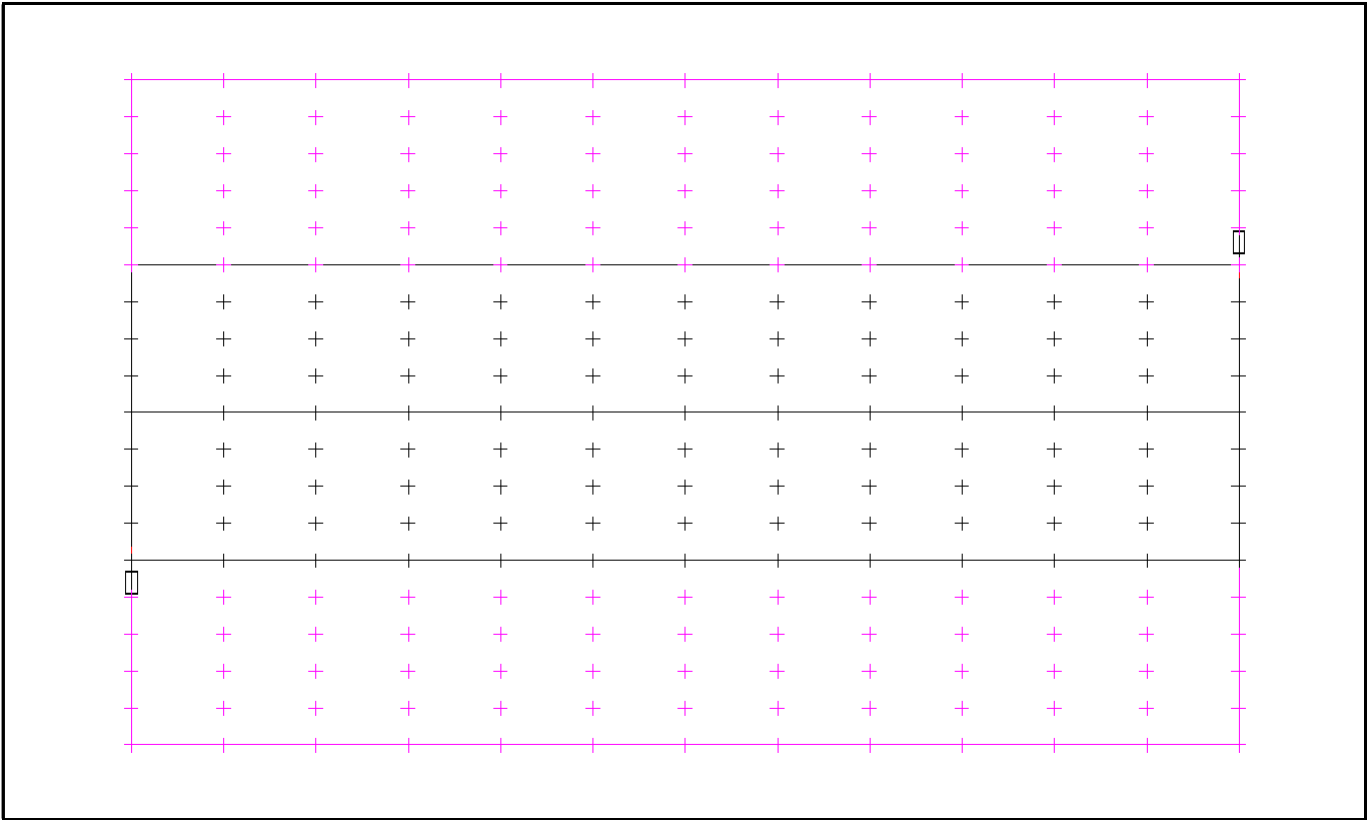
Vista en planta Configuración (1)



Vista en 3D Configuración (1)



Vista actual Configuración (1)





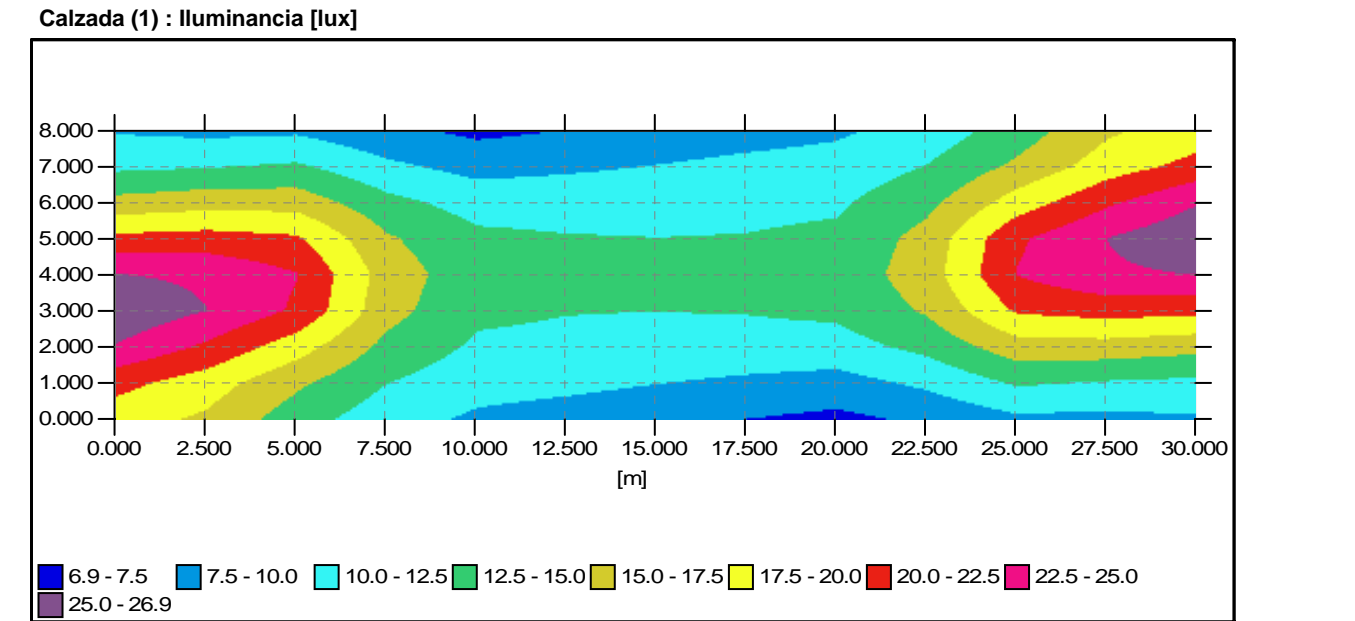
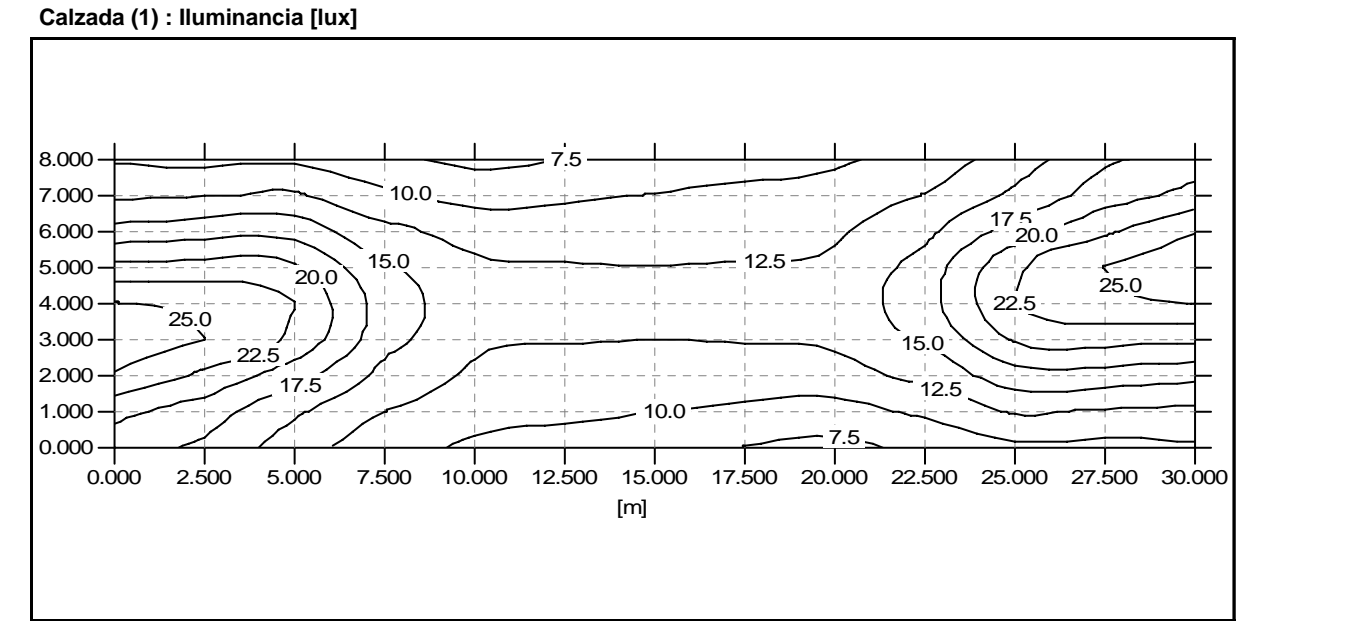
Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Calzada (1) : Iluminancia [lux]

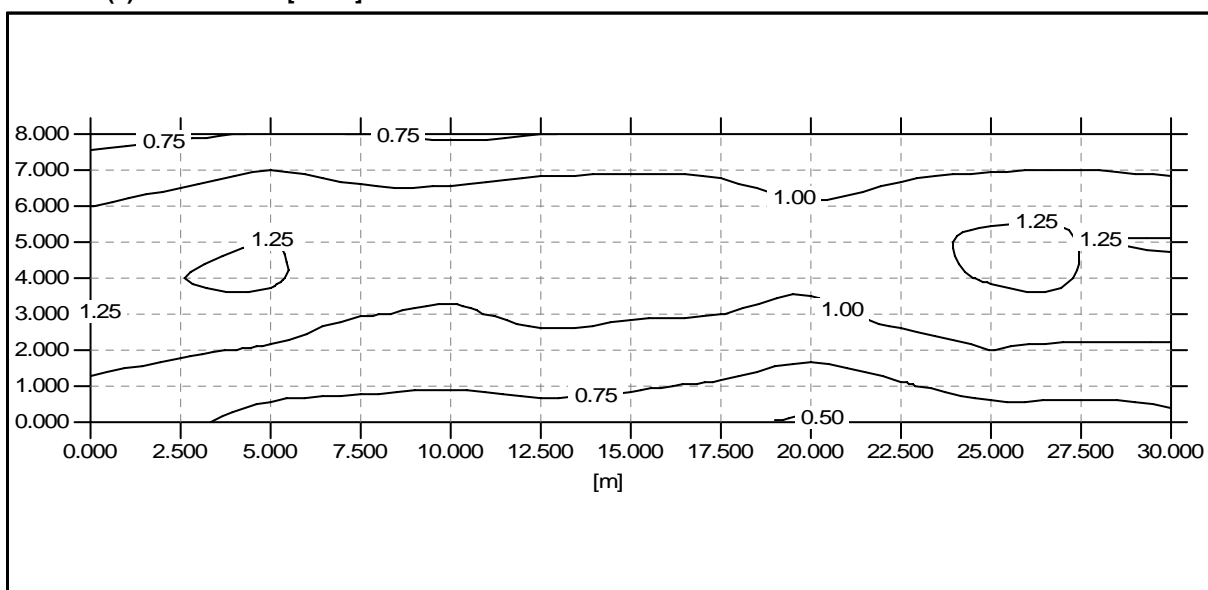
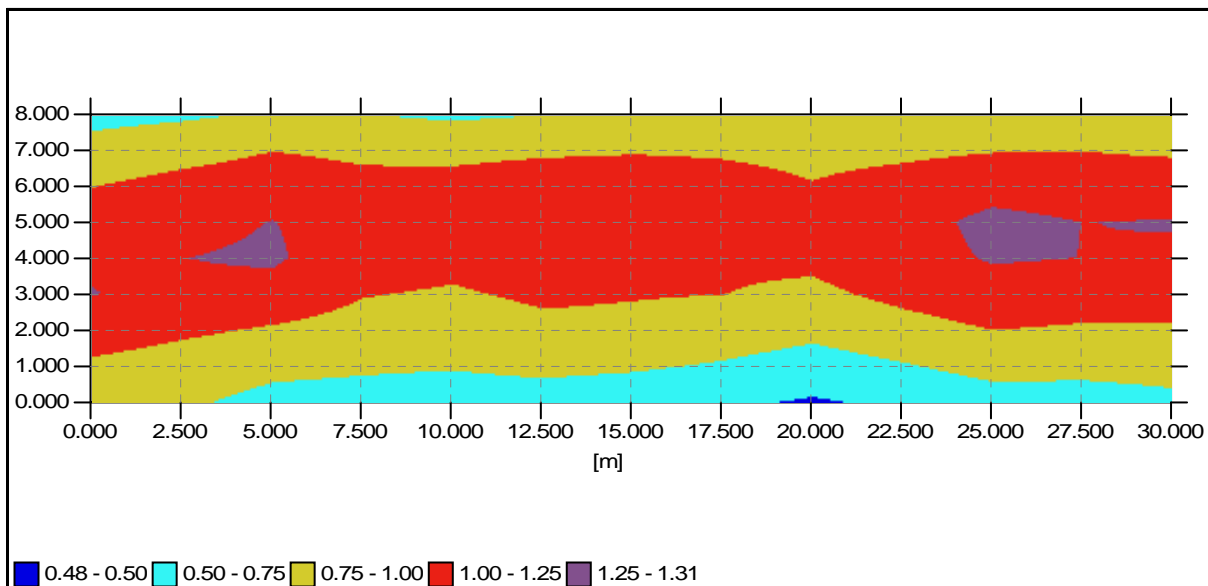
Mín : 6,9 luxMed (A) 14,6 luxMáx : 26,9 luxUo : 47,0 %Ug : 25,6 %

8,000	9,7	9,3	9,5	8,0	6,9	7,5	8,3	9,0	9,6	11,0	13,6	17,1	18,7
7,000	11,9	12,3	12,8	10,5	9,1	9,6	10,1	10,6	11,0	12,6	15,5	18,7	20,8
6,000	15,8	16,5	16,4	13,2	11,5	11,5	11,7	11,9	12,1	14,3	18,6	22,1	24,8
5,000	20,6	21,0	20,3	15,3	13,0	12,6	12,5	12,6	13,0	15,9	22,1	25,0	26,9
4,000	25,0	24,6	22,6	16,3	13,5	12,9	12,8	12,9	13,5	16,3	22,6	24,6	25,0
3,000	26,9	25,0	22,1	15,9	13,0	12,6	12,5	12,6	13,0	15,3	20,3	21,0	20,7
2,000	24,8	22,0	18,6	14,3	12,1	11,9	11,7	11,5	11,5	13,2	16,4	16,5	15,8
1,000	20,8	18,7	15,5	12,5	11,0	10,6	10,1	9,6	9,1	10,5	12,8	12,3	11,9
0,000	18,6	17,1	13,6	11,0	9,6	9,0	8,3	7,5	6,9	8,0	9,5	9,3	9,7
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000



**Calzada (1) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**
Mín :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Med (A) :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Máx :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Uo :  % Ug :  %

8,000	0,68	0,71	0,76	0,75	0,71	0,74	0,79	0,81	0,81	0,84	0,87	0,89	0,86
7,000	0,83	0,91	0,99	0,95	0,92	0,96	0,98	0,97	0,95	0,96	0,99	1,00	0,96
6,000	0,99	1,08	1,14	1,07	1,09	1,15	1,13	1,07	1,01	1,08	1,16	1,12	1,16
5,000	1,12	1,18	1,26	1,12	1,12	1,19	1,12	1,07	1,07	1,16	1,31	1,25	1,26
4,000	1,23	1,25	1,28	1,10	1,07	1,12	1,07	1,03	1,05	1,15	1,27	1,25	1,23
3,000	1,25	1,20	1,17	1,01	0,98	1,04	1,02	1,00	0,95	1,06	1,15	1,11	1,11
2,000	1,15	1,05	0,97	0,90	0,88	0,95	0,94	0,88	0,81	0,91	1,00	0,97	0,97
1,000	0,95	0,87	0,80	0,78	0,77	0,81	0,78	0,73	0,65	0,73	0,84	0,81	0,83
0,000	0,85	0,78	0,69	0,66	0,63	0,64	0,60	0,54	0,48	0,55	0,64	0,66	0,70
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

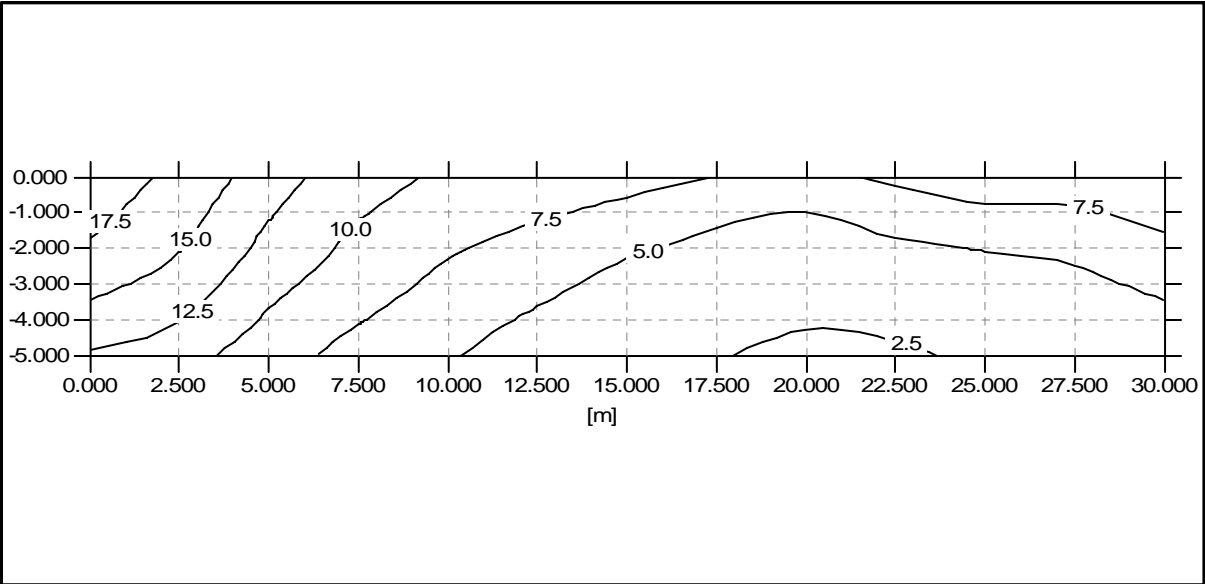
**Calzada (1) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]****Calzada (1) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Acera sur (2) : Iluminancia [lux]

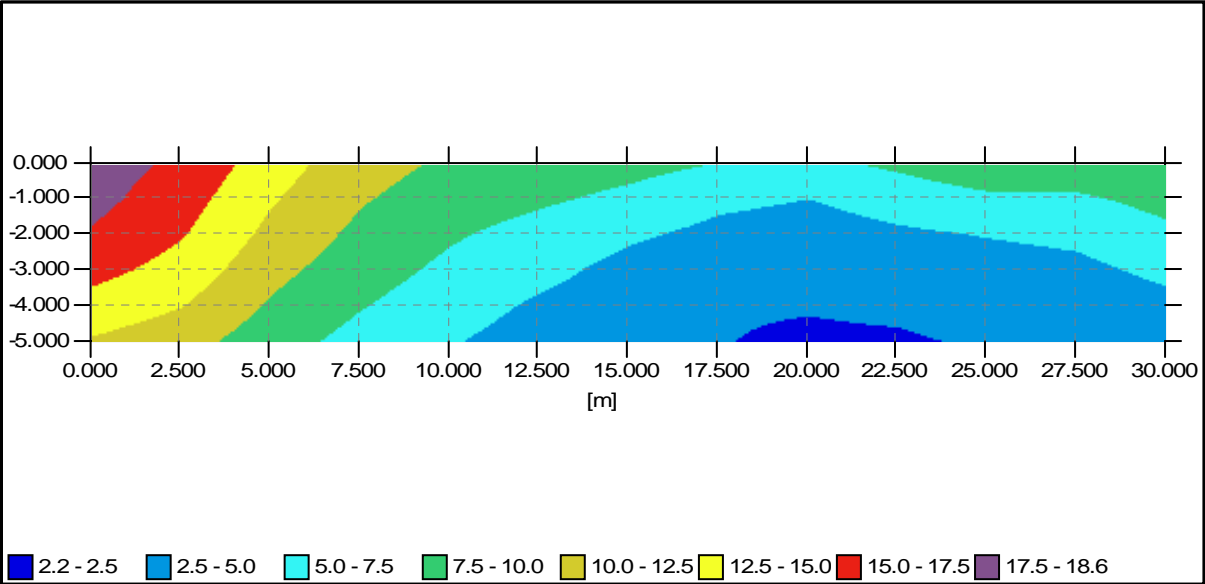
Mín : 2,2 lux    Med (A) 7,6 lux    Máx : 18,6 lux    Uo : 28,8 %    Ug : 11,8 %

0,000	18,6	17,1	13,6	11,0	9,6	9,0	8,3	7,5	6,9	8,0	9,5	9,3	9,7
-1,000	18,2	16,1	12,7	10,2	8,7	7,9	6,9	5,5	5,0	6,0	7,0	7,1	8,3
-2,000	17,2	15,2	11,8	9,4	7,8	6,6	5,4	4,4	3,9	4,6	5,1	5,6	6,9
-3,000	15,8	14,0	10,7	8,6	6,9	5,7	4,2	3,3	3,3	3,7	4,0	4,4	5,6
-4,000	14,1	12,6	9,7	7,6	6,1	4,6	3,6	2,7	2,6	2,9	3,3	3,6	4,3
-5,000	12,3	11,0	8,6	6,6	5,2	3,9	3,0	2,6	2,2	2,3	2,7	2,9	3,4
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera sur (2) : Iluminancia [lux]



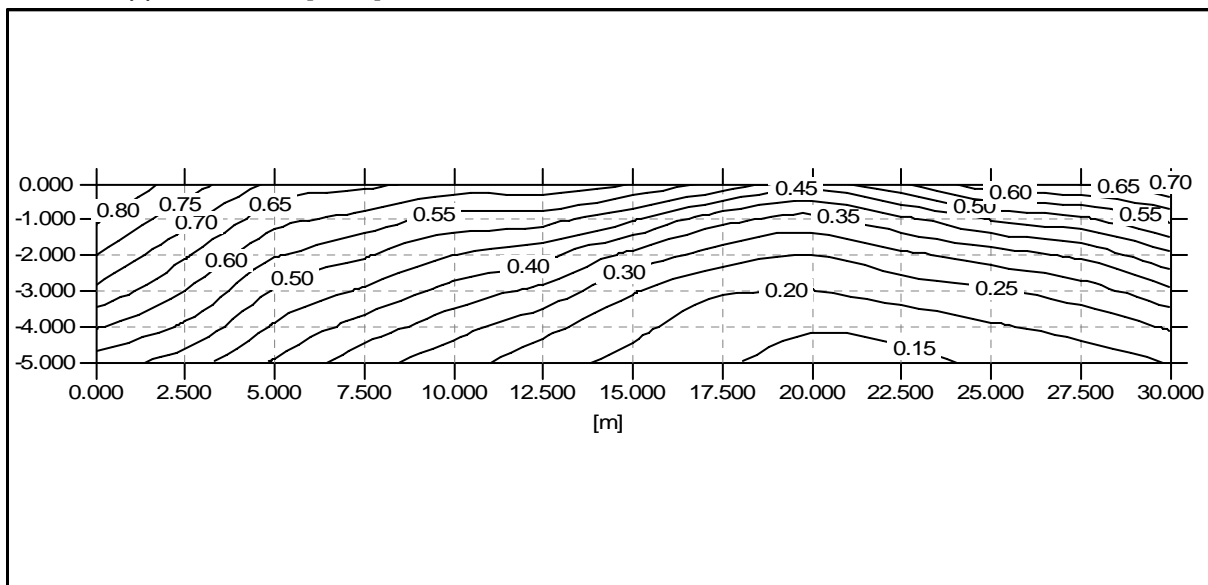
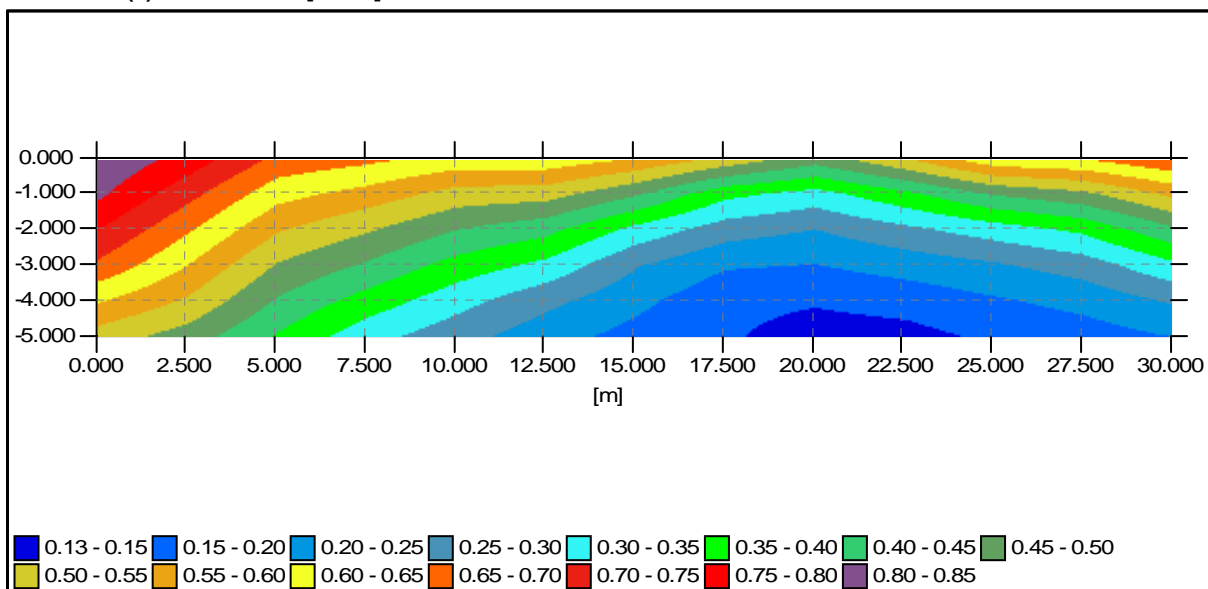
Acera sur (2) : Iluminancia [lux]



**Acera sur (2) : Luminancia [ $\text{cd/m}^2$ ]**

Mín :   $\text{cd/m}^2$  Med (A)   $\text{cd/m}^2$  Máx :   $\text{cd/m}^2$  Uo :  % Ug :  %

0,000	0,85	0,78	0,69	0,66	0,63	0,64	0,60	0,54	0,48	0,55	0,64	0,66	0,70
-1,000	0,81	0,72	0,62	0,58	0,53	0,52	0,46	0,37	0,33	0,39	0,46	0,49	0,56
-2,000	0,75	0,66	0,56	0,51	0,45	0,42	0,34	0,27	0,25	0,29	0,33	0,36	0,44
-3,000	0,69	0,60	0,50	0,44	0,38	0,34	0,25	0,21	0,20	0,22	0,24	0,27	0,34
-4,000	0,61	0,54	0,44	0,38	0,32	0,26	0,21	0,16	0,16	0,17	0,19	0,22	0,26
-5,000	0,53	0,48	0,39	0,32	0,27	0,22	0,18	0,16	0,13	0,13	0,16	0,18	0,20
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

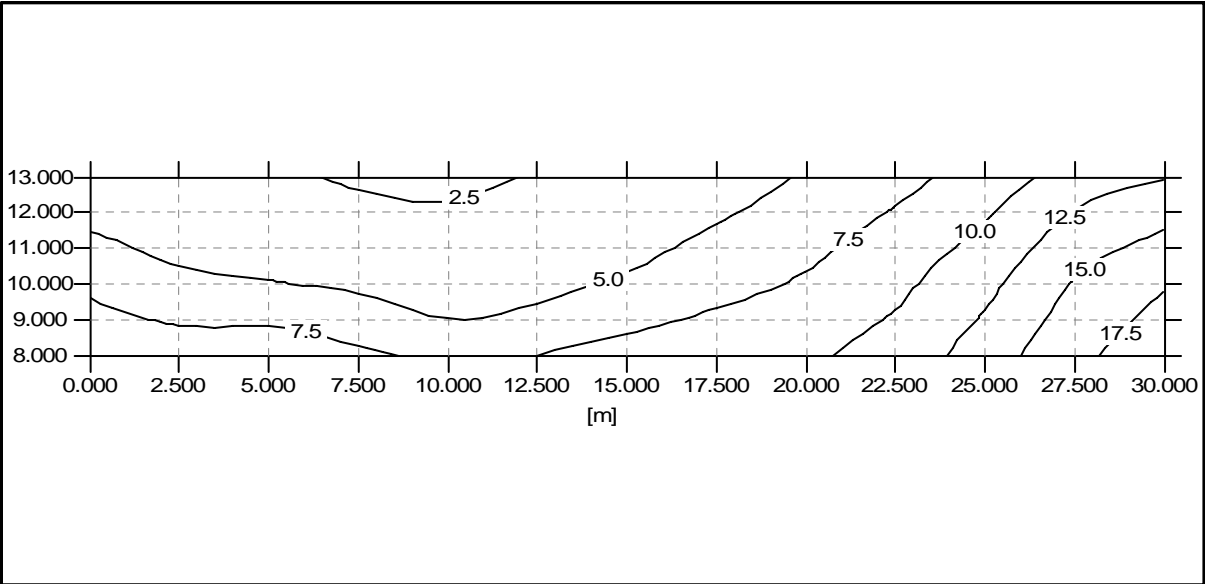
**Acera sur (2) : Luminancia [ $\text{cd/m}^2$ ]****Acera sur (2) : Luminancia [ $\text{cd/m}^2$ ]**

Acera norte (3) : Iluminancia [lux]

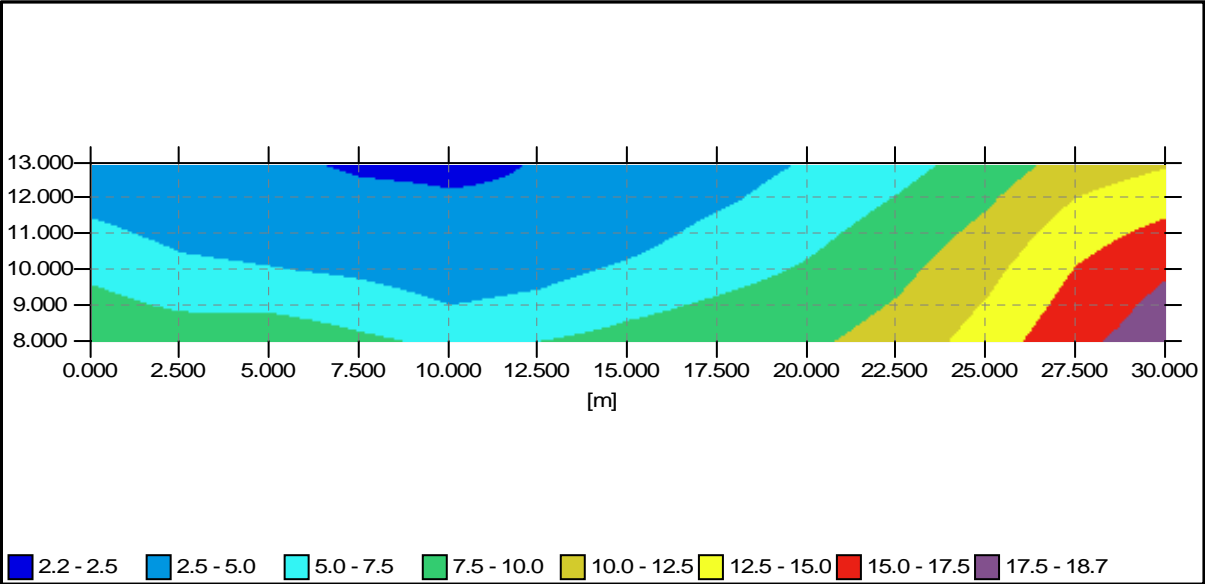
Mín : 2,2 lux    Med (A) 7,6 lux    Máx : 18,7 lux    Uo : 28,7 %    Ug : 11,8 %

13,000	3,3	2,9	2,7	2,3	2,2	2,6	3,0	3,9	5,2	6,6	8,6	11,0	12,3
12,000	4,3	3,6	3,3	2,9	2,6	2,7	3,6	4,6	6,1	7,7	9,7	12,6	14,1
11,000	5,6	4,4	4,0	3,7	3,3	3,3	4,2	5,7	6,9	8,6	10,7	14,0	15,8
10,000	6,9	5,5	5,1	4,6	3,9	4,4	5,4	6,6	7,8	9,4	11,8	15,2	17,2
9,000	8,3	7,1	6,9	6,0	5,0	5,5	6,9	7,9	8,7	10,2	12,7	16,1	18,2
8,000	9,7	9,3	9,5	8,0	6,9	7,5	8,3	9,0	9,6	11,0	13,6	17,1	18,7
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera norte (3) : Iluminancia [lux]



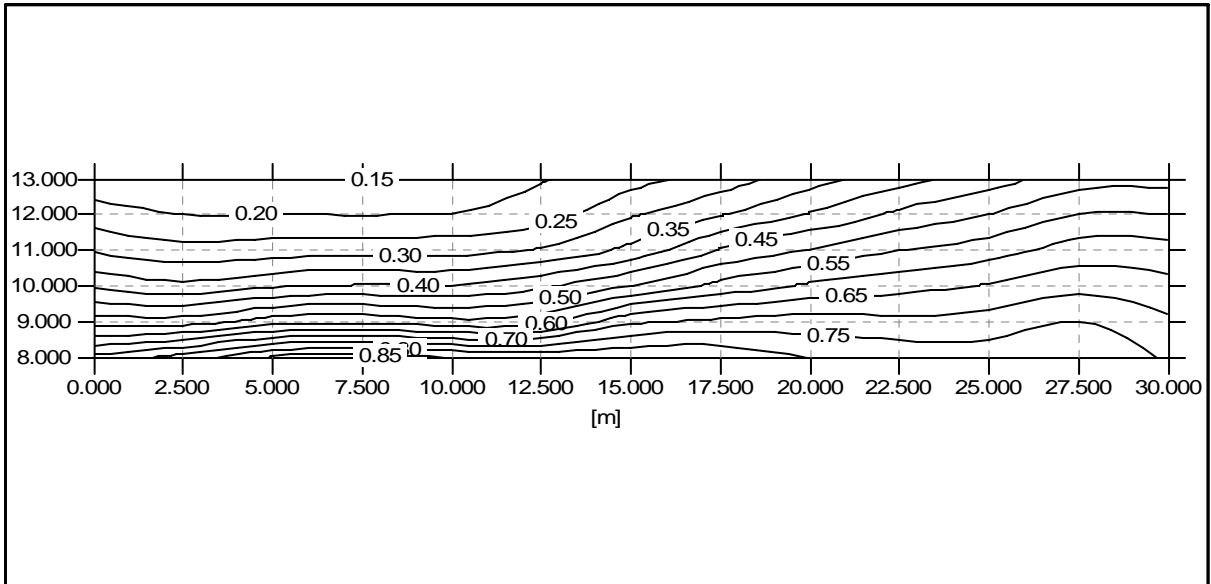
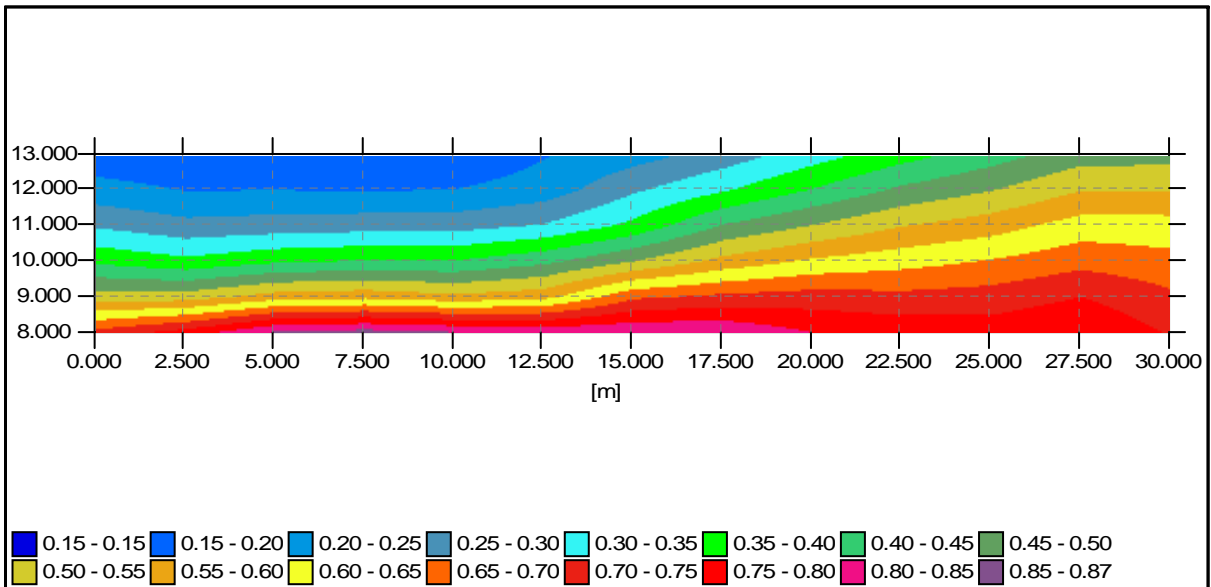
Acera norte (3) : Iluminancia [lux]



**Acera norte (3) : Luminancia [cd/m²]**

Mín :  cd/m Med (A)  cd/m² Máx :  cd/m² Uo :  % Ug :  %

13,000	0,17	0,16	0,16	0,15	0,16	0,20	0,23	0,27	0,33	0,38	0,43	0,48	0,48
12,000	0,22	0,20	0,20	0,20	0,20	0,22	0,29	0,34	0,40	0,46	0,50	0,55	0,55
11,000	0,29	0,26	0,27	0,28	0,28	0,30	0,36	0,45	0,50	0,55	0,58	0,62	0,62
10,000	0,39	0,36	0,39	0,40	0,40	0,44	0,50	0,57	0,61	0,63	0,65	0,68	0,67
9,000	0,52	0,52	0,57	0,58	0,56	0,58	0,69	0,71	0,72	0,71	0,72	0,75	0,71
8,000	0,71	0,77	0,85	0,87	0,85	0,83	0,84	0,84	0,80	0,78	0,78	0,80	0,74
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

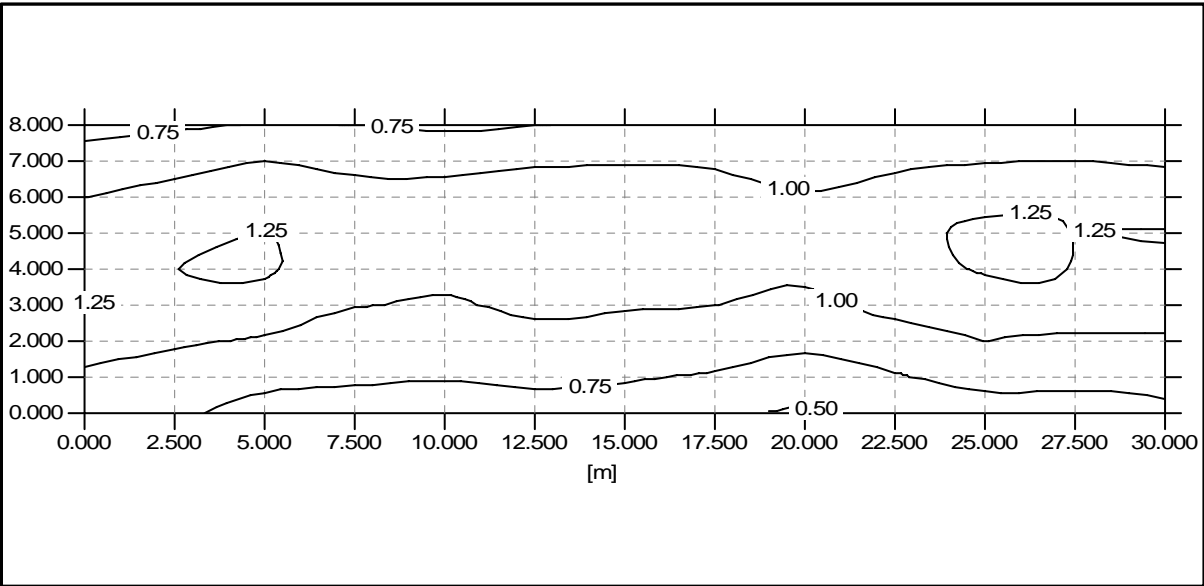
**Acera norte (3) : Luminancia [cd/m²]****Acera norte (3) : Luminancia [cd/m²]**

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]

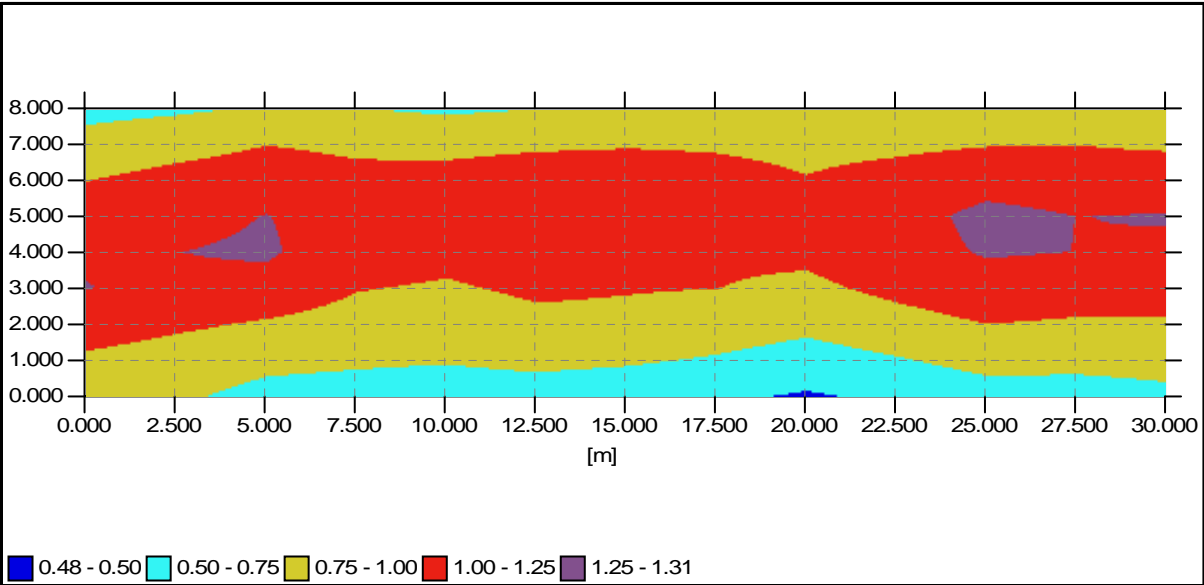
Mín : 0,48 cd/m Med (A) 0,96 cd/m² Máx : 1,31 cd/m² Uo : 49,6 % Ug : 36,2 %

8,000	0,68	0,71	0,76	0,75	0,71	0,74	0,79	0,81	0,81	0,84	0,87	0,89	0,86
7,000	0,83	0,91	0,99	0,95	0,92	0,96	0,98	0,97	0,95	0,96	0,99	1,00	0,96
6,000	0,99	1,08	1,14	1,07	1,09	1,15	1,13	1,07	1,01	1,08	1,16	1,12	1,16
5,000	1,12	1,18	1,26	1,12	1,12	1,19	1,12	1,07	1,07	1,16	1,31	1,25	1,26
4,000	1,23	1,25	1,28	1,10	1,07	1,12	1,07	1,03	1,05	1,15	1,27	1,25	1,23
3,000	1,25	1,20	1,17	1,01	0,98	1,04	1,02	1,00	0,95	1,06	1,15	1,11	1,11
2,000	1,15	1,05	0,97	0,90	0,88	0,95	0,94	0,88	0,81	0,91	1,00	0,97	0,97
1,000	0,95	0,87	0,80	0,78	0,77	0,81	0,78	0,73	0,65	0,73	0,84	0,81	0,83
0,000	0,85	0,78	0,69	0,66	0,63	0,64	0,60	0,54	0,48	0,55	0,64	0,66	0,70
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



**Centro del carril sur (5) : Iluminancia [lux]**

Mín :  lux    Med (A)  lux    Máx :  lux    Uo :  %    Ug :  %

2,000	24,8	22,0	18,6	14,3	12,1	11,9	11,7	11,5	11,5	13,2	16,4	16,5	15,8
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000



**Centro del carril sur (5) : Luminancia [cd/m²]**

Mín : 0,82 cd/m Med (A) 0,95 cd/m² Máx : 1,13 cd/m² Uo : 85,9 % Ug : 72,2 %

2,000	1,13	1,03	0,95	0,87	0,85	0,93	0,93	0,87	0,82	0,92	1,03	1,01	1,02
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

**Centro del carril norte (6) : Iluminancia [lux]**

Mín :  lux    Med (A)  lux    Máx :  lux    Uo :  %    Ug :  %

6,000	15,8	16,5	16,4	13,2	11,5	11,5	11,7	11,9	12,1	14,3	18,6	22,1	24,8
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

**Centro del carril norte (6) : Luminancia [cd/m²]**

Mín : 0,99 cd/m Med (A) 1,10 cd/m² Máx : 1,16 cd/m² Uo : 90,8 % Ug : 86,0 %


6,000	0,99	1,08	1,14	1,07	1,09	1,15	1,13	1,07	1,01	1,08	1,16	1,12	1,16
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

## Información general (Contin.)

### Detalles de las configuraciones

#### • Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
93233A	Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3	10,5	0,91	

#### Detalles de los grupos

Lineal													
Nº	Principio			Luminaria				Geometría					
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Rot	Pendie	Inclina	
1	0,000	-0,500	10,000	93233A	0,0	5,0	0,0	4	60,000	0,0	0,0	0,0	
2	-30,000	8,500	10,000	93233A	180,0	5,0	0,0	4	60,000	0,0	0,0	0,0	

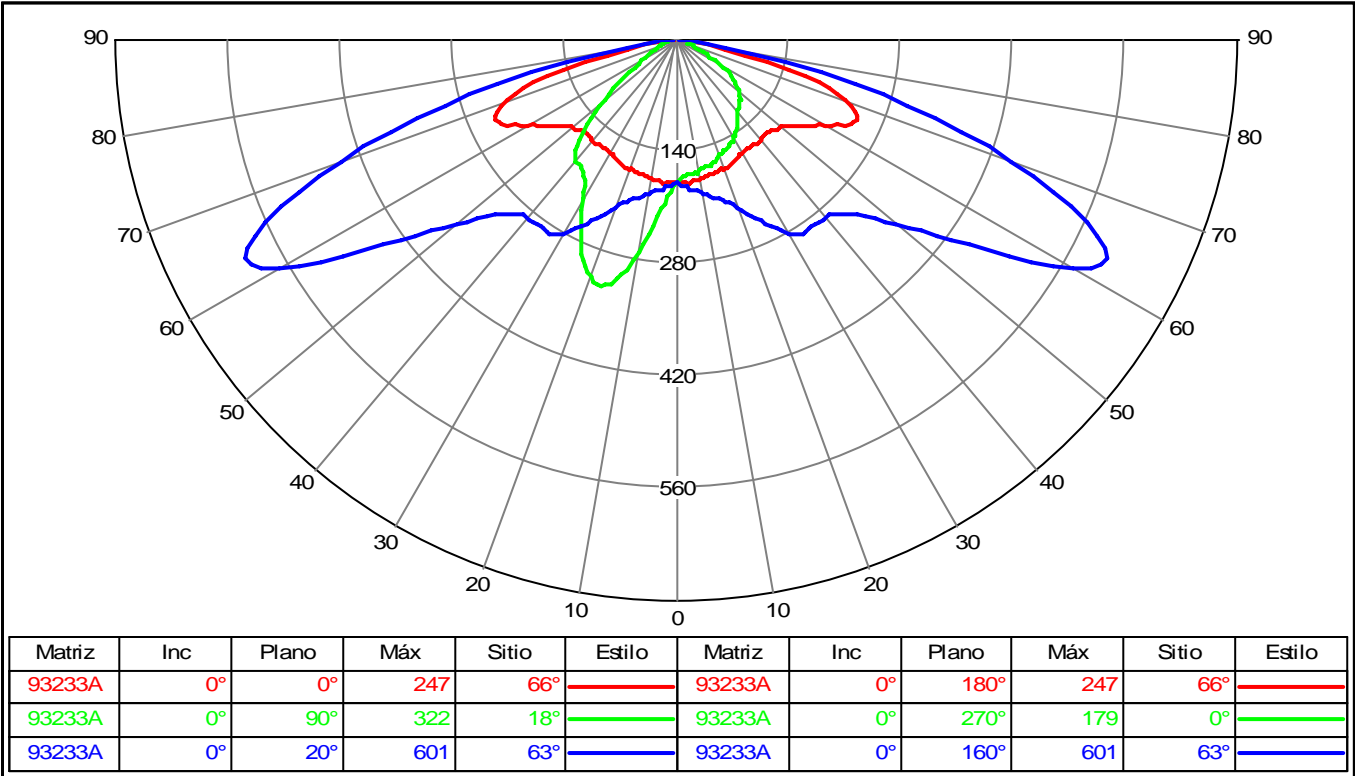
Documentos fotométricos

93233A

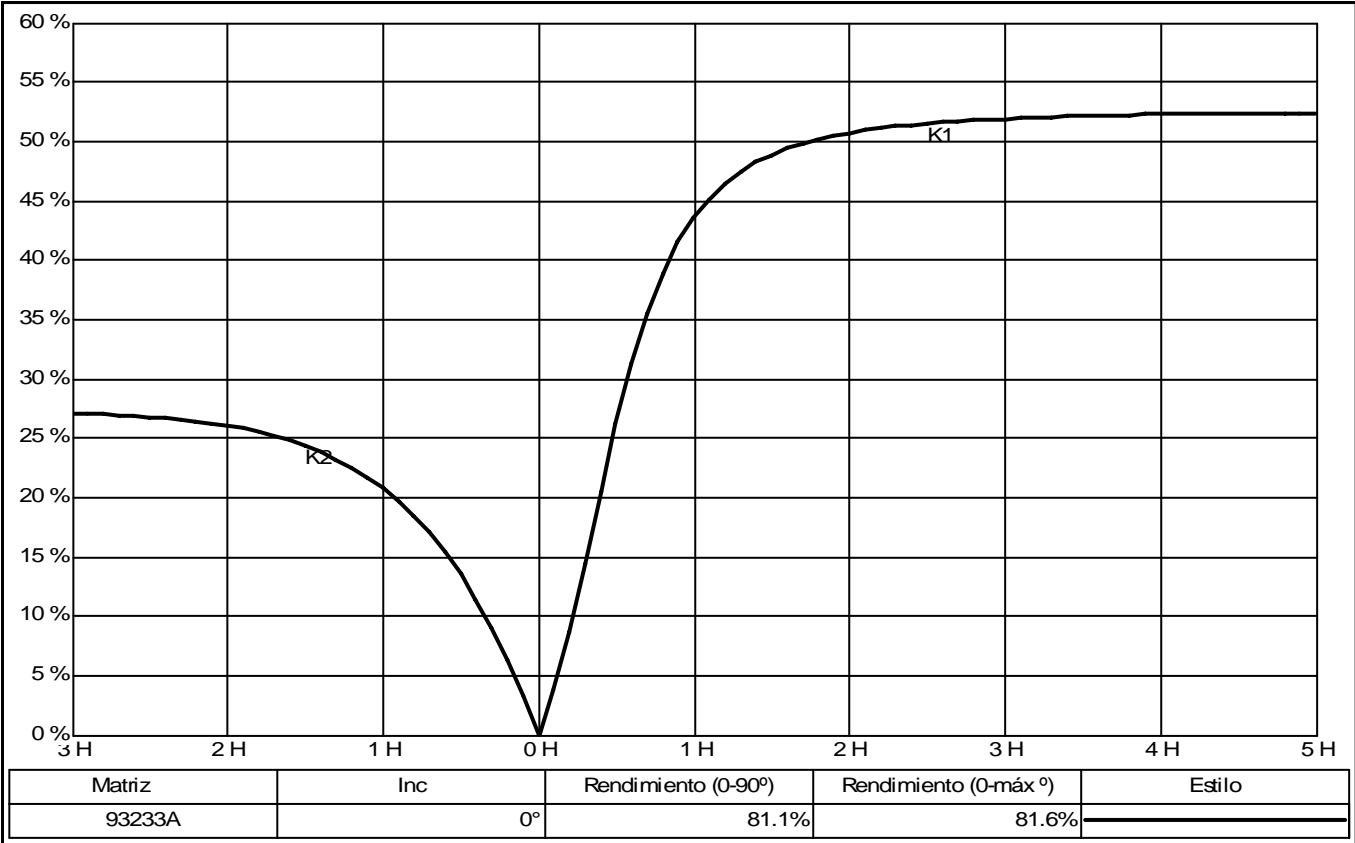


Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... \Alumbrado\AP\_D2\_Calculos\_Vial-D.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Vario peatonal D (1)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Malla principal (TI) (3)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Centro del carril 1 (4)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

**Geometría****Posición de**

X : 0,000 Y : 2,500 Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 13 Interdistancia 2,500 Tamaño X : 30,000

**Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : NormalLuminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X : -60,000 Y : 2,500 Z : 1,500**Superficie de la**

Tabla R : R2007 Qo : 0,07

**Resumen****Resumen sobre las mallas**

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Viario peatonal D (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,9	39,1	14,7	7,5	19,9
Luminancia (cd/m²)	0,47	1,87	0,93	25,0	50,3

Malla principal (TI) (3)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,47	1,87	0,93	25,0	50,3

Centro del carril 1 (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,0	39,1	19,3	12,8	25,8
Luminancia (cd/m²)	0,72	1,87	1,19	38,3	60,3

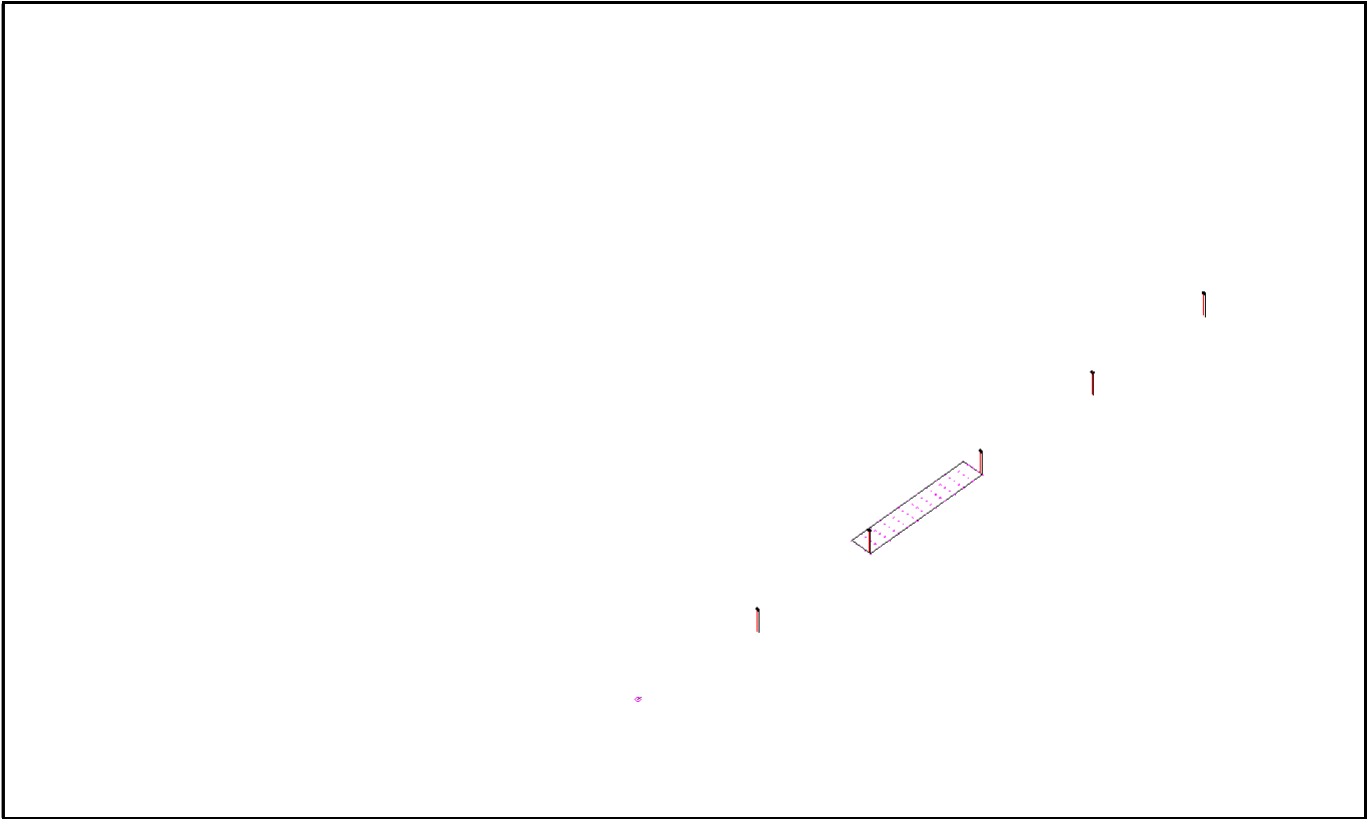
**Resumen de los observadores**

Observador (1) (Posición : -60,000, 2,500, 1,500)	VL Mínimo [cd/m²] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 2,500, 1,500)	VL Máximo [cd/m²] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 2,500, 1,500)	TI Mínimo [%] :	1,6	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 2,500, 1,500)	TI Máximo [%] :	1,6	Dirección [°] :	0

Vista en planta Configuración (1)

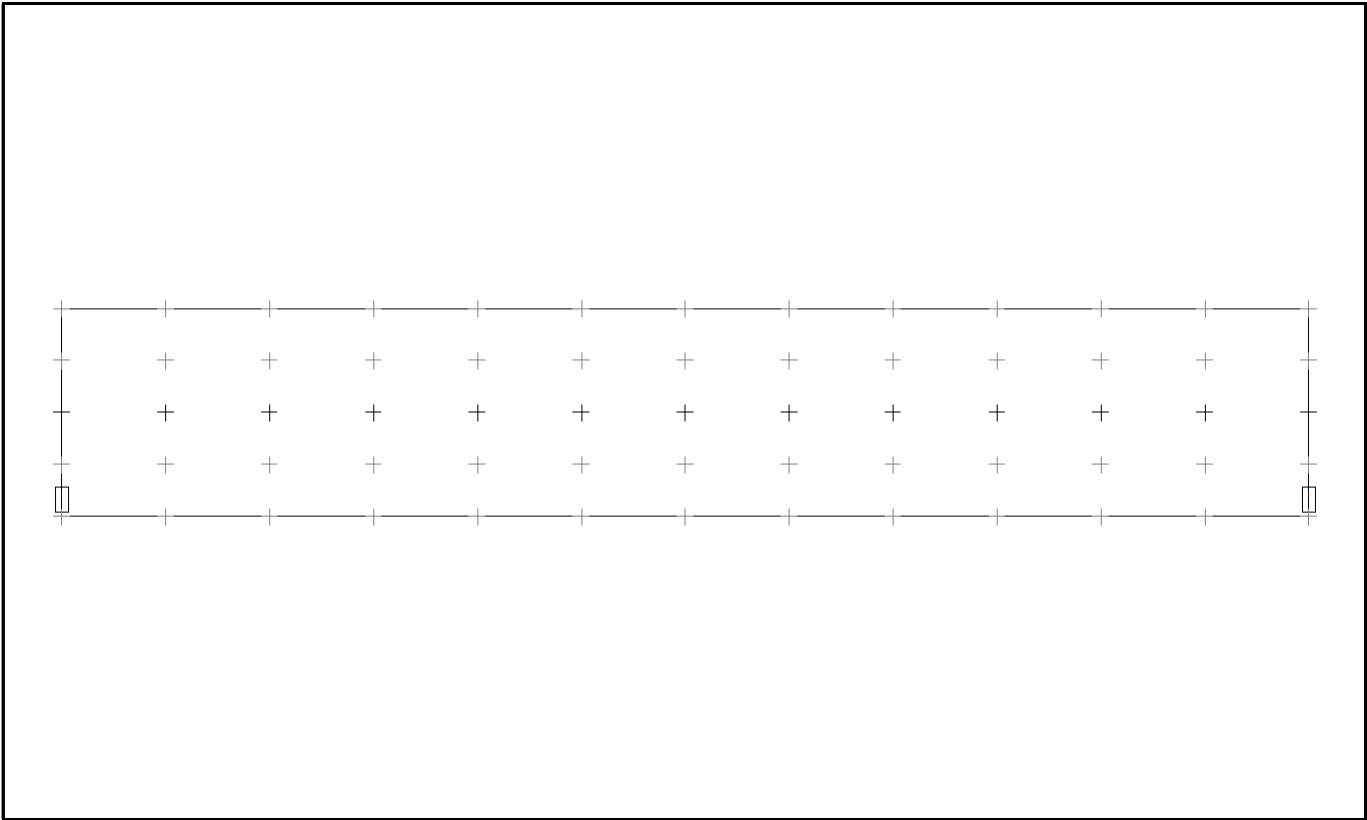


Vista en 3D Configuración (1)





Vista actual      Configuración (1)



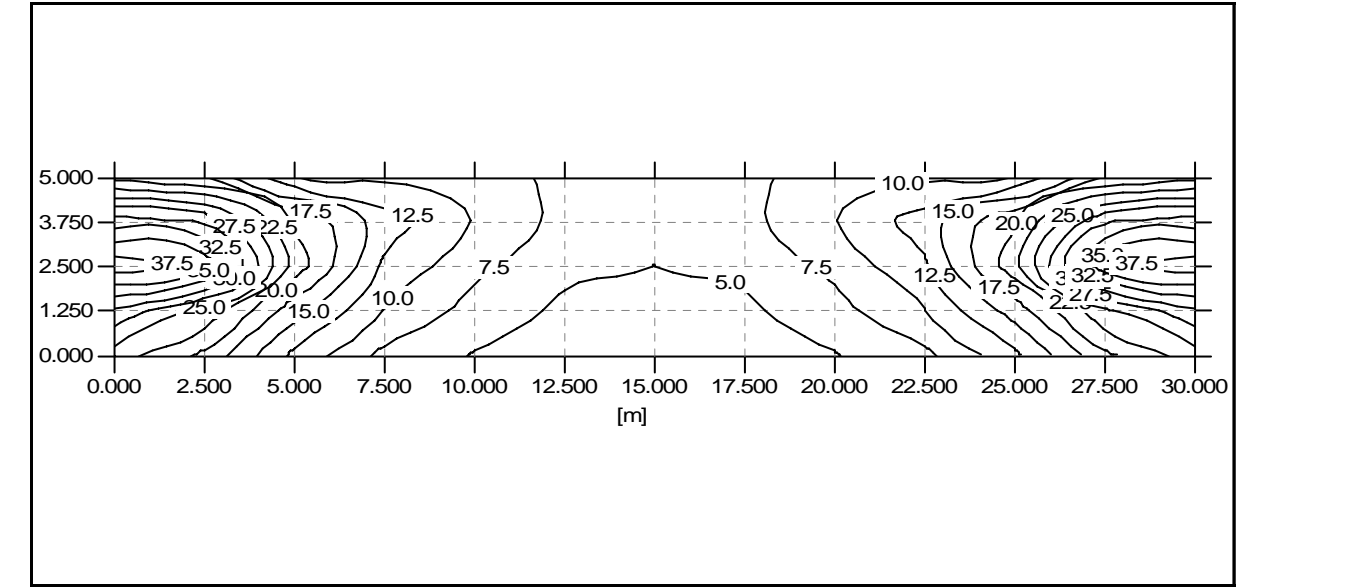
Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

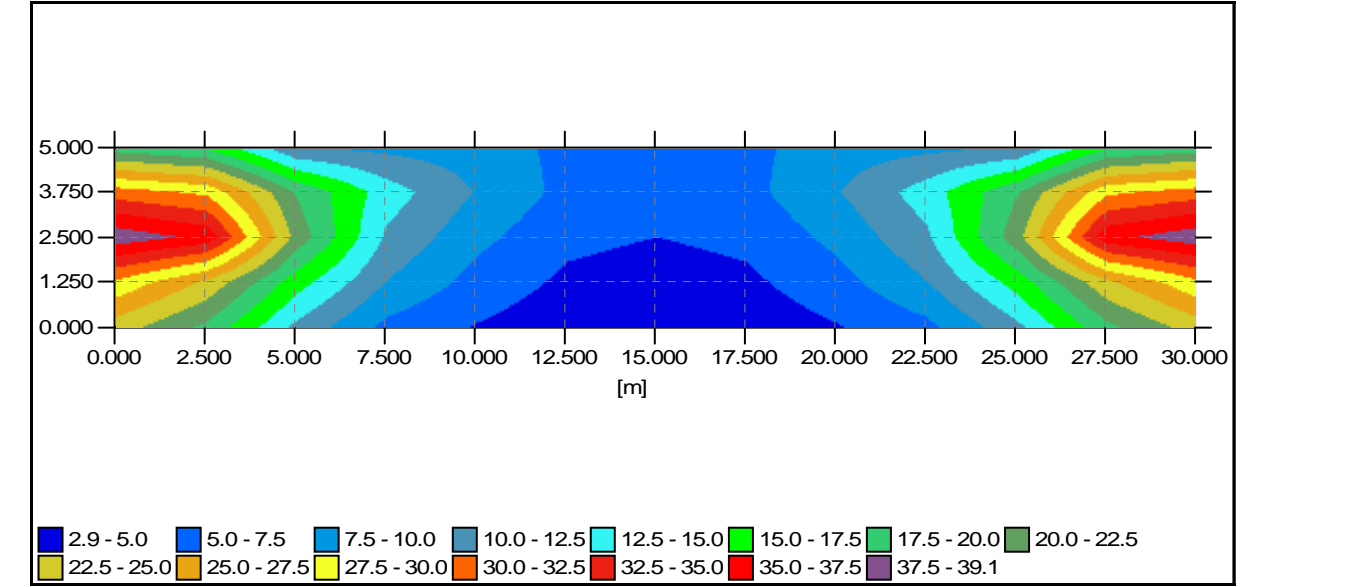
Viario peatonal D (1) : Iluminancia [lux]

Mín :	2,9	lux	Med (A)	14,7	lux	Máx :	39,1	lux	Uo :	19,9	%	Ug :	7,5	%
5,000	18,7	17,0	10,0	9,3	8,7	6,9	6,2	6,9	8,7	9,3	10,0	17,0	18,7	
3,750	31,2	29,5	19,7	13,7	9,8	6,7	5,9	6,7	9,8	13,7	19,7	29,5	31,2	
2,500	39,1	36,7	21,5	12,1	8,2	5,6	5,0	5,6	8,2	12,1	21,5	36,7	39,1	
1,250	29,5	24,5	16,1	9,9	6,6	4,5	3,8	4,5	6,6	9,9	16,1	24,5	29,5	
0,000	23,7	19,4	11,9	6,8	4,8	3,4	2,9	3,4	4,8	6,8	11,9	19,4	23,7	
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	

Viario peatonal D (1) : Iluminancia [lux]



Viario peatonal D (1) : Iluminancia [lux]

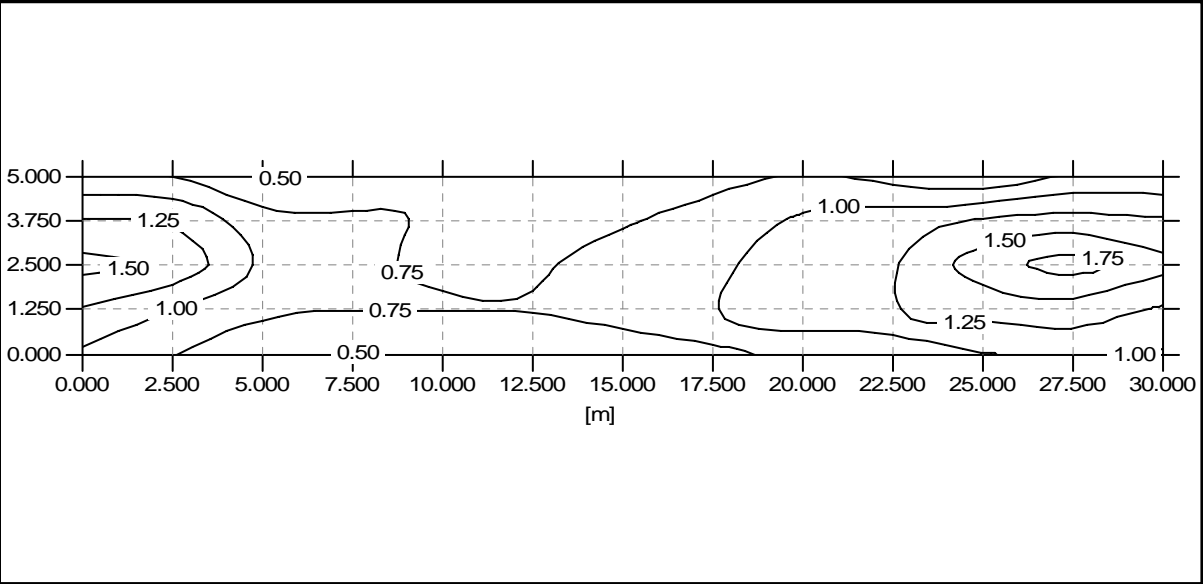


Viario peatonal D (1) : Luminancia [cd/m²]

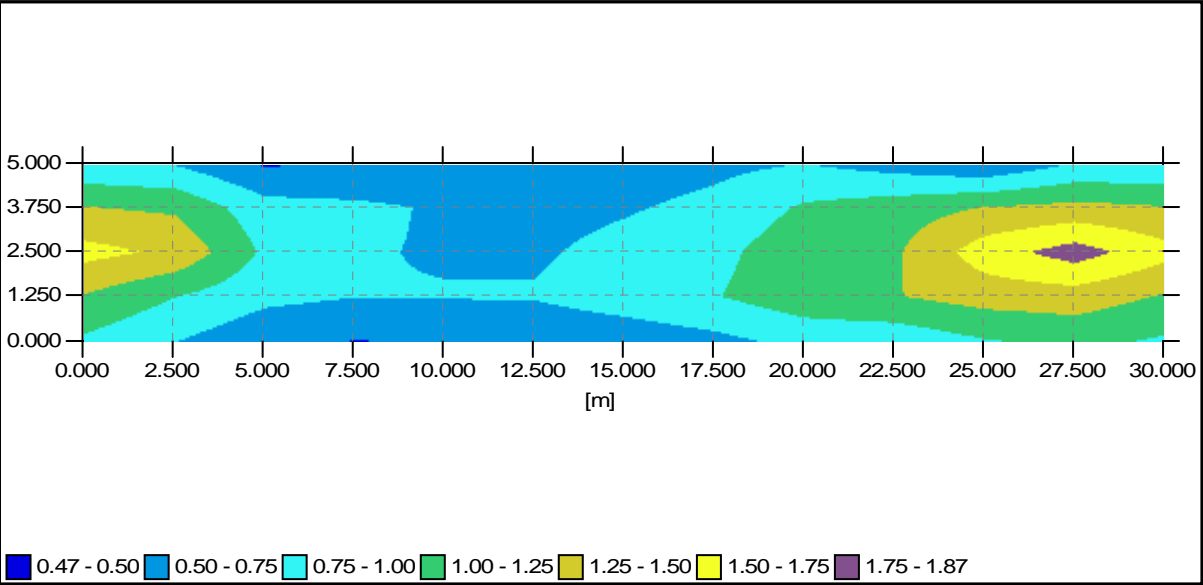
Mín : 0,47 cd/m Med (A) 0,93 cd/m² Máx : 1,87 cd/m² Uo : 50,3 % Ug : 25,0 %

5,000	0,78	0,73	0,47	0,54	0,60	0,58	0,62	0,69	0,75	0,64	0,51	0,76	0,78
3,750	1,26	1,21	0,84	0,79	0,73	0,66	0,72	0,82	1,03	1,13	1,26	1,32	1,26
2,500	1,58	1,45	0,95	0,77	0,73	0,72	0,83	0,93	1,16	1,22	1,63	1,87	1,58
1,250	1,23	1,01	0,81	0,76	0,76	0,77	0,89	0,99	1,16	1,24	1,36	1,38	1,23
0,000	0,96	0,76	0,57	0,50	0,52	0,53	0,59	0,68	0,82	0,83	0,99	1,07	0,97
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Viario peatonal D (1) : Luminancia [cd/m²]



Viario peatonal D (1) : Luminancia [cd/m²]

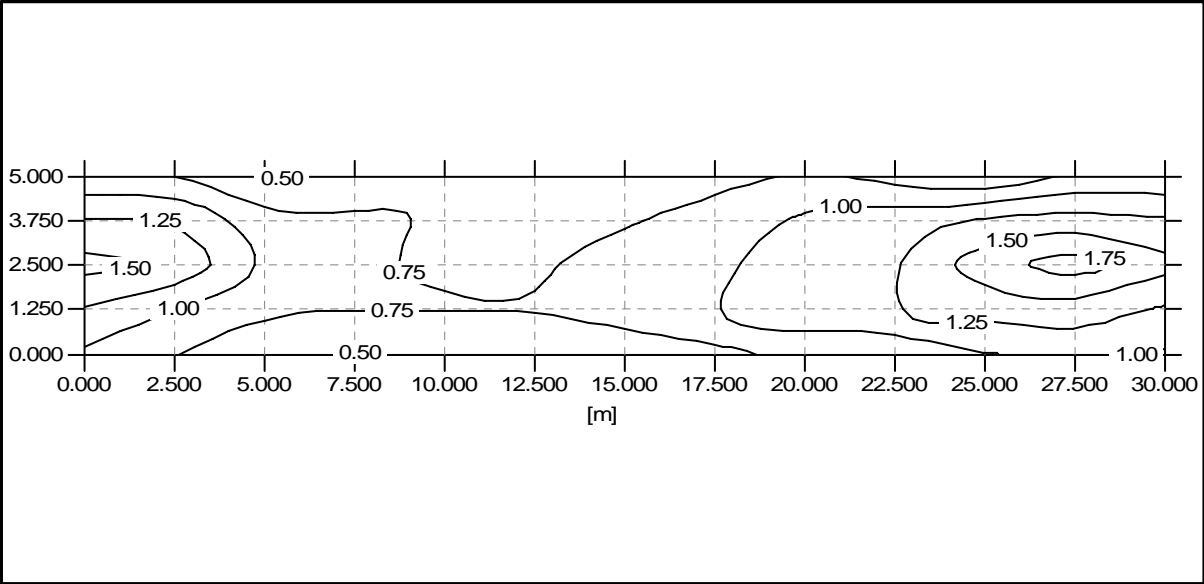


Malla principal (TI) (3) : Luminancia [cd/m²]

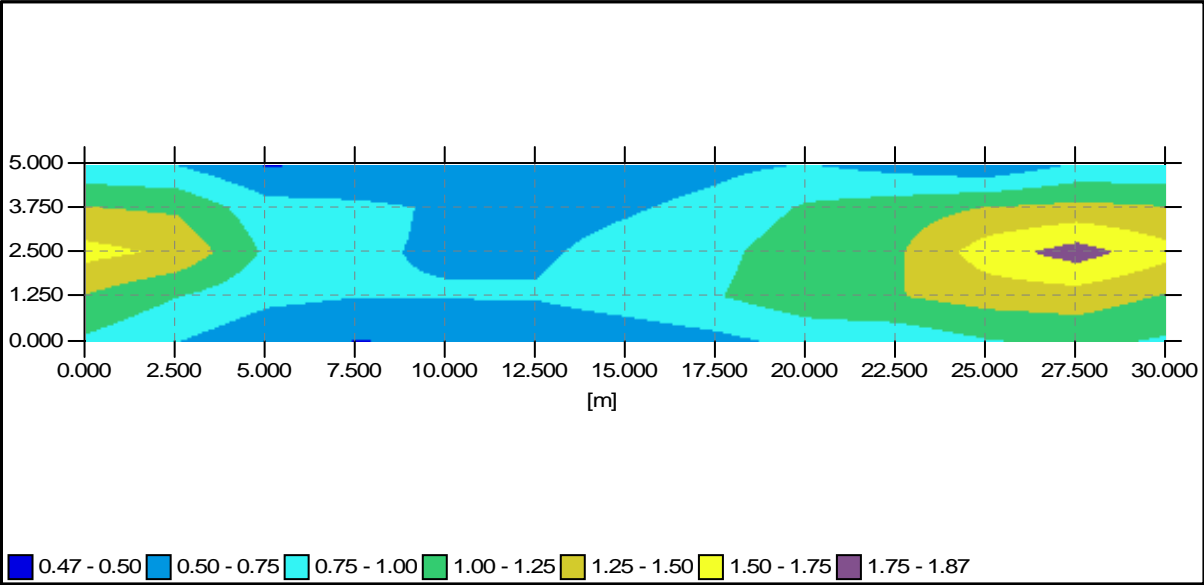
Mín : 0,47 cd/m Med (A) 0,93 cd/m² Máx : 1,87 cd/m² Uo : 50,3 % Ug : 25,0 %

5,000	0,78	0,73	0,47	0,54	0,60	0,58	0,62	0,69	0,75	0,64	0,51	0,76	0,78
3,750	1,26	1,21	0,84	0,79	0,73	0,66	0,72	0,82	1,03	1,13	1,26	1,32	1,26
2,500	1,58	1,45	0,95	0,77	0,73	0,72	0,83	0,93	1,16	1,22	1,63	1,87	1,58
1,250	1,23	1,01	0,81	0,76	0,76	0,77	0,89	0,99	1,16	1,24	1,36	1,38	1,23
0,000	0,96	0,76	0,57	0,50	0,52	0,53	0,59	0,68	0,82	0,83	0,99	1,07	0,97
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Malla principal (TI) (3) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (3) : Luminancia [cd/m²]



Centro del carril 1 (4) : Iluminancia [lux]

Mín : 5,0 lux      Med (A) 19,3 lux      Máx : 39,1 lux      Uo : 25,8 %      Ug : 12,8 %

2,500	39,1	36,7	21,5	12,1	8,2	5,6	5,0	5,6	8,2	12,1	21,5	36,7	39,1
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

**Centro del carril 1 (4) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín :  cd/m Med (A)  cd/m<sup>2</sup> Máx :  cd/m<sup>2</sup> Uo :  % Ug :  %


2,500	1,58	1,45	0,95	0,77	0,73	0,72	0,83	0,93	1,16	1,22	1,63	1,87	1,58
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

## Información general (Contin.)

### Detalles de las configuraciones

#### • Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
992933C2	Aramis/Vidrio plano/1627/HAL-Cer/70/-25/110/10°	6,4	0,91	

#### Detalles de los grupos

Lineal													
Nº	Principio			Luminaria				Geometría					
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Rot	Pendie	Inclina	
1	-30,000	0,500	6,000	992933C2	0,0	0,0	0,0	5	30,000	0,0	0,0	0,0	

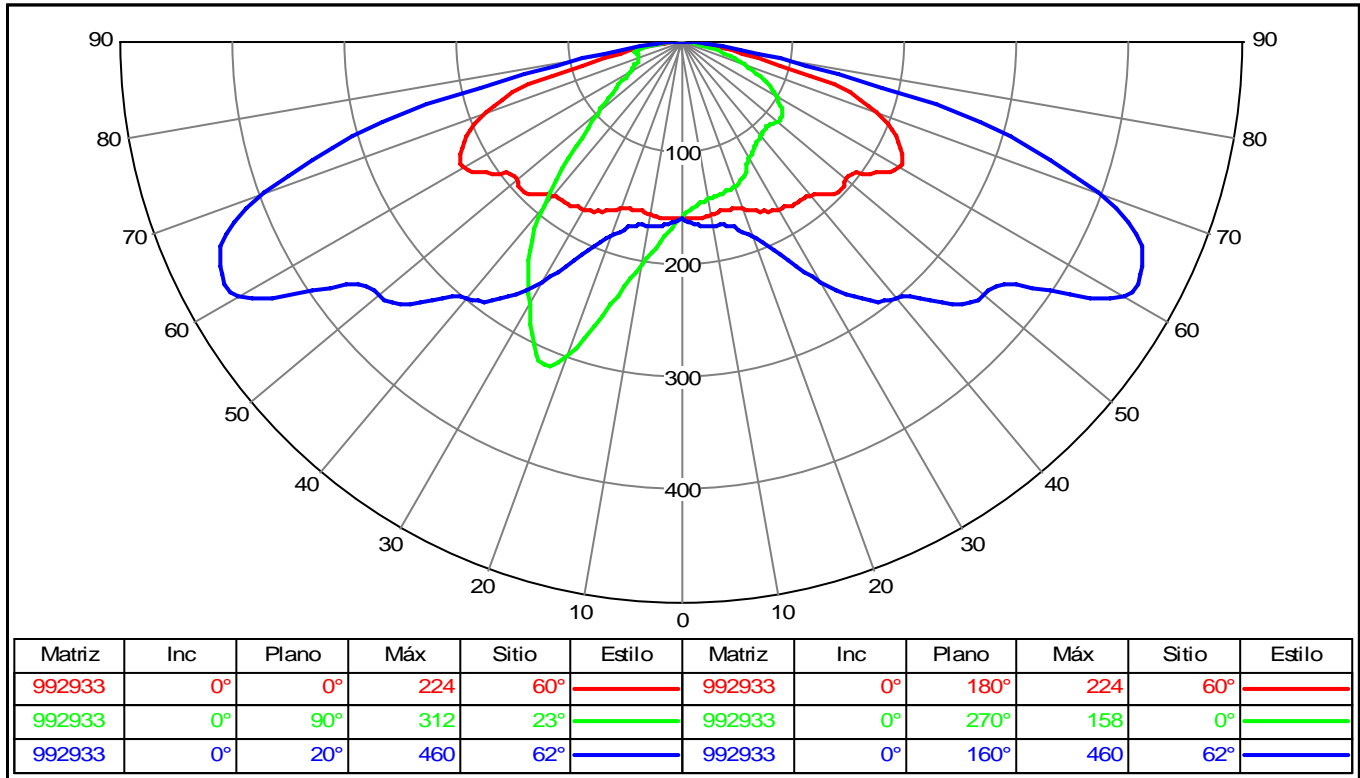
Documentos fotométricos

992933C2

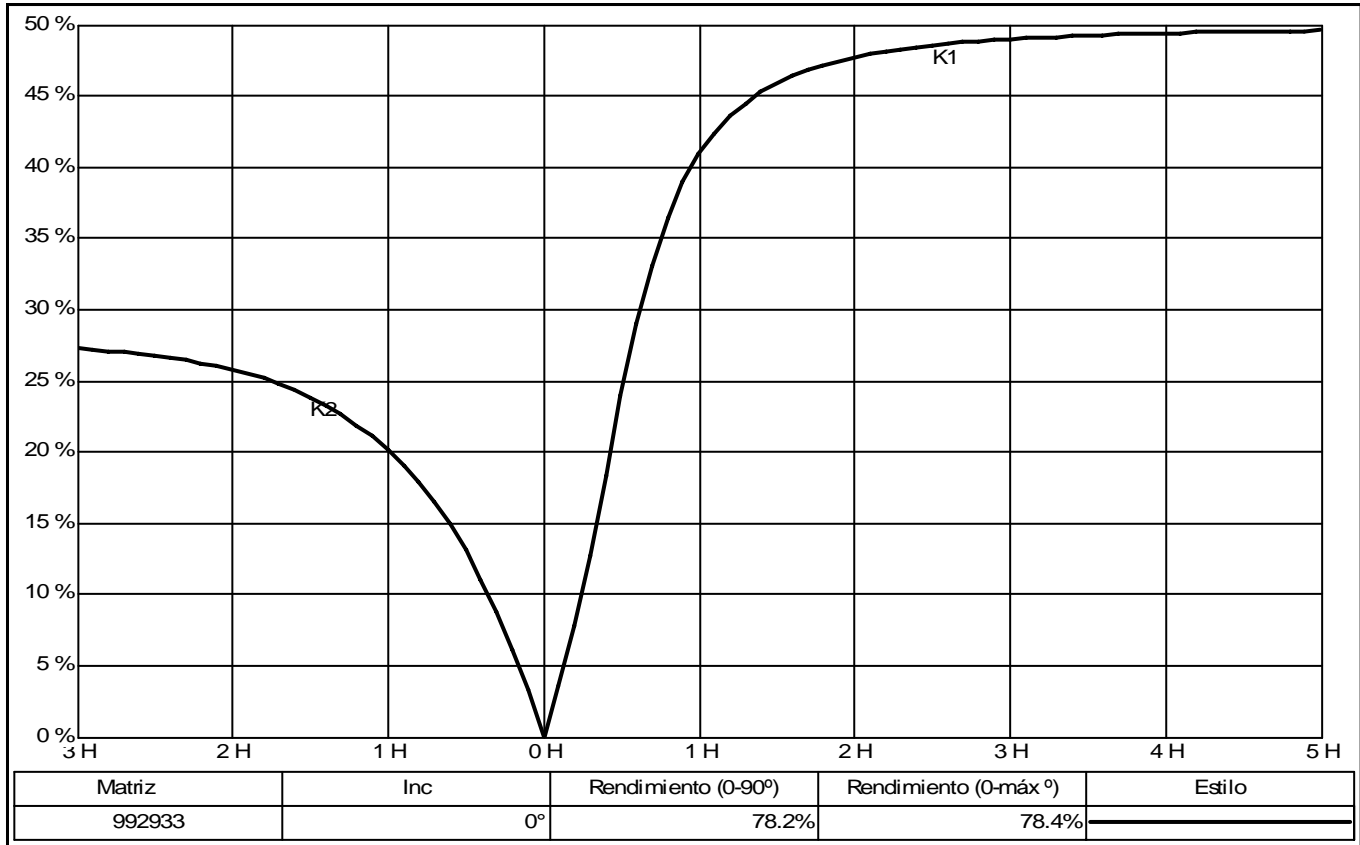


Aramis/Vidrio plano/1627/HAL-Cer/70/-25/110/10°

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización





☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... AP\_D2\_Calculos\_Vial-E\_Cala-Reona.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Carril este (1)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Carril oeste (2)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Calzada (3)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

**Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ dX :  dY :  dZ : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Malla principal (TI) (4)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Centro del carril este (5)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Centro del carril oeste (6)**

**General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : • **Banda de aparcamiento (7)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : • **Acera este (8)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : • **Acera oeste (9)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :

Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

**Cálculo**

Iluminancia : ☒ Faceta :

Luminancia : ☒

**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **Resumen****Resumen sobre las mallas**

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

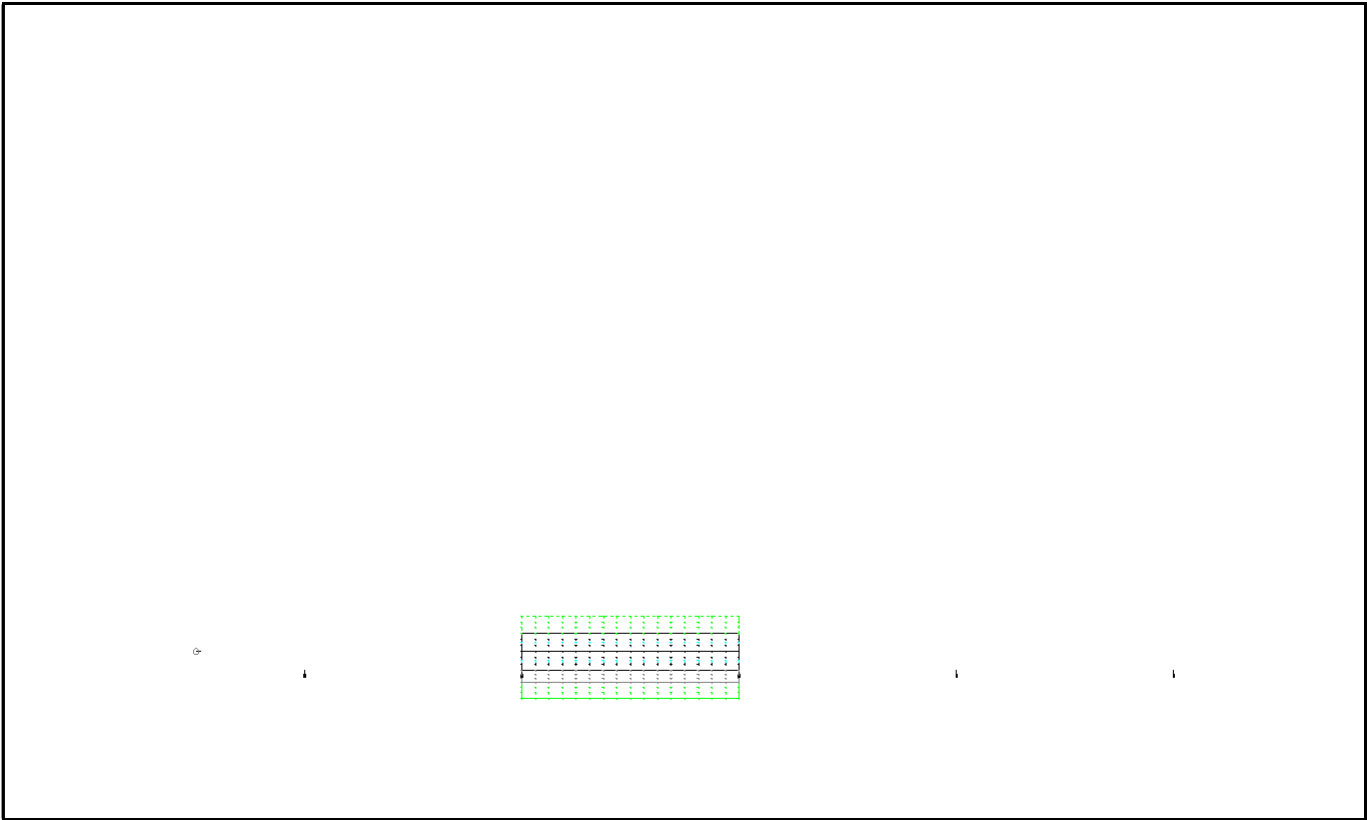
Carril este (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,2	26,8	13,3	19,3	38,8
Luminancia (cd/m²)	0,62	1,28	0,92	48,4	67,3
Carril oeste (2)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,9	23,0	11,2	25,9	53,0
Luminancia (cd/m²)	0,33	1,08	0,68	31,0	49,0
Calzada (3)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,2	26,8	12,0	19,3	43,3
Luminancia (cd/m²)	0,33	1,28	0,79	26,1	42,5
Malla principal (TI) (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,33	1,28	0,79	26,1	42,5
Centro del carril este (5)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	7,5	26,9	14,4	27,9	51,9
Luminancia (cd/m²)	0,72	1,25	1,00	57,8	72,2
Centro del carril oeste (6)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	9,1	14,6	11,2	62,3	81,0
Luminancia (cd/m²)	0,53	0,87	0,67	61,1	78,7
Banda de aparcamiento (7)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,8	20,0	8,8	14,2	32,3
Luminancia (cd/m²)	0,35	0,94	0,63	37,2	55,9
Acera este (8)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,0	16,1	6,6	12,2	29,6
Luminancia (cd/m²)	0,18	0,69	0,38	25,7	46,5

Acera oeste (9)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,8	9,8	5,7	28,7	49,2
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,16	0,69	0,34	23,8	48,1

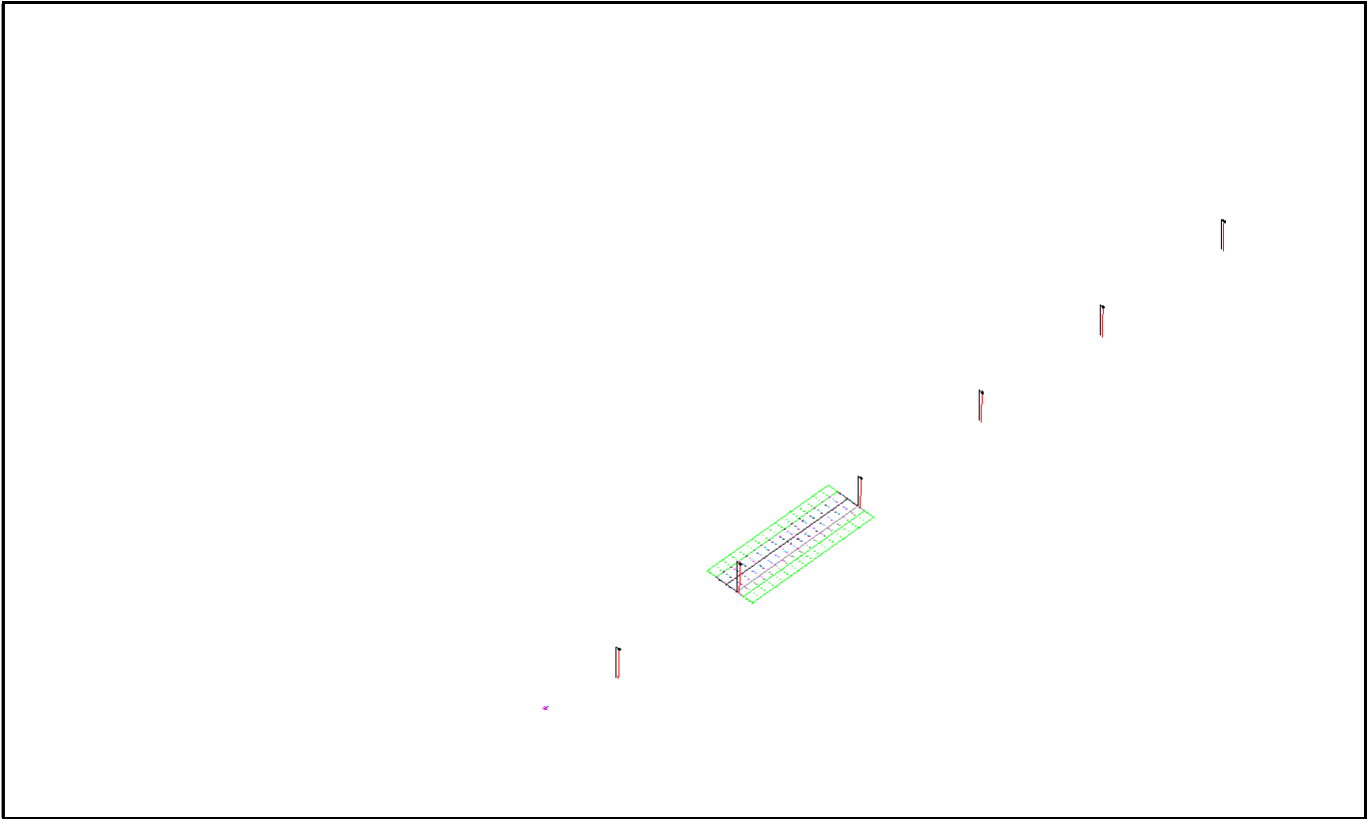
**Resumen de los observadores**

Observador (1) (Posición : -60,000, 3,400, 1,500)	VL Mínimo [cd/m <sup>2</sup> ] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,400, 1,500)	VL Máximo [cd/m <sup>2</sup> ] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,400, 1,500)	TI Mínimo [%] :	0,7	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,400, 1,500)	TI Máximo [%] :	0,7	Dirección [°] :	0

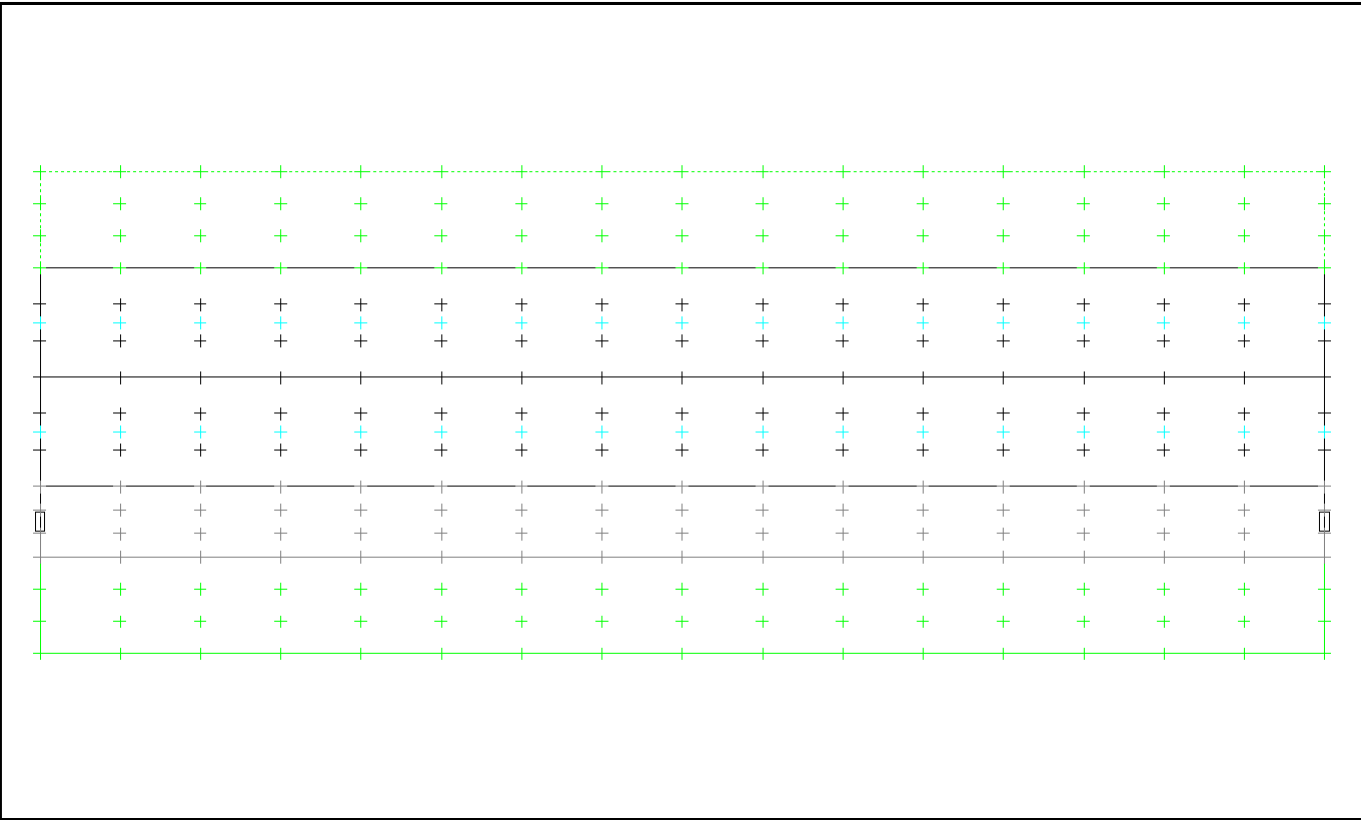
Vista en planta Configuración (1)



Vista en 3D Configuración (1)



Vista actual Configuración (1)



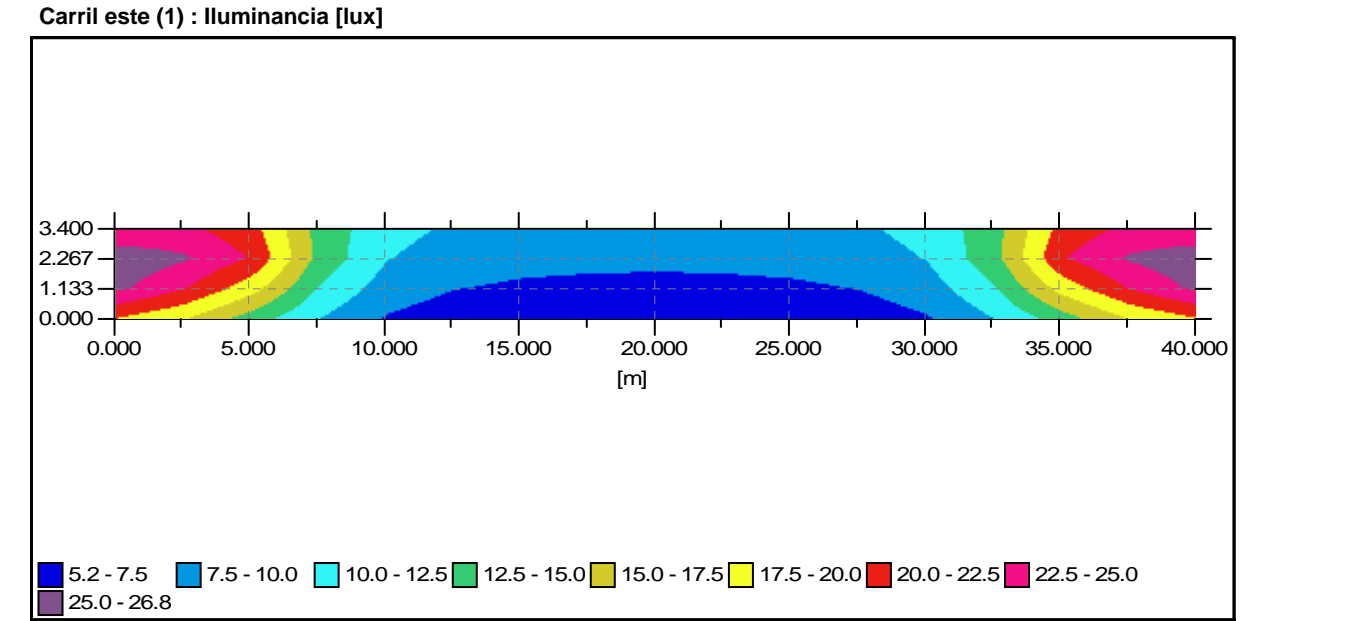
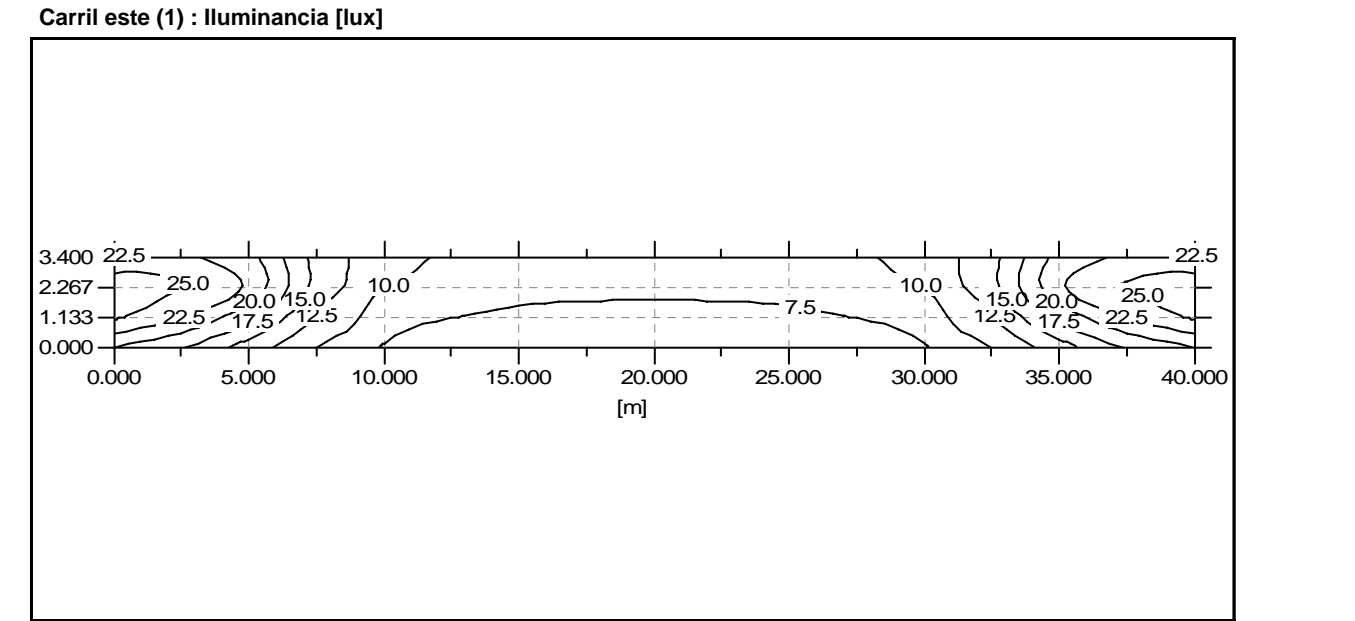
Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Carril este (1) : Iluminancia [lux]

Mín :			5,2	lux	Med (A)			13,3	lux	Máx :			26,8	lux	Uo :			38,8	%	Ug :			19,3	%
3,400	22,4	23,0	20,9	14,1	10,8	9,7	9,2	9,0	8,8	9,0	9,2	9,7	10,8	14,1	20,9									
2,267	26,8	25,3	22,2	14,1	10,1	8,8	8,3	8,1	8,0	8,1	8,3	8,8	10,1	14,1	22,2									
1,133	25,6	22,7	18,5	12,3	8,8	7,6	7,1	6,9	6,9	6,9	7,1	7,6	8,8	12,3	18,6									
0,000	20,0	17,7	13,9	10,1	7,3	6,2	5,6	5,3	5,2	5,3	5,6	6,2	7,3	10,1	13,9									
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000									

3,400	23,0	22,4
2,267	25,3	26,8
1,133	22,7	25,6
0,000	17,7	20,0
Y/X	37,500	40,000





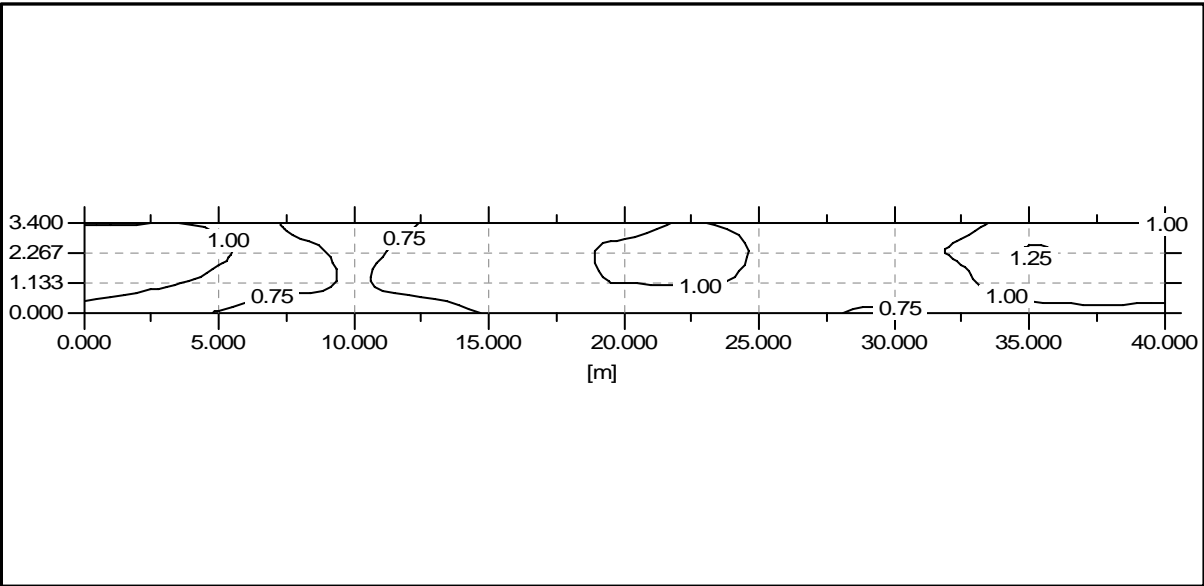
Carril este (1) : Luminancia [cd/m²]

Mín : 0,62 cd/m Med (A) 0,92 cd/m² Máx : 1,28 cd/m² Uo : 67,3 % Ug : 48,4 %

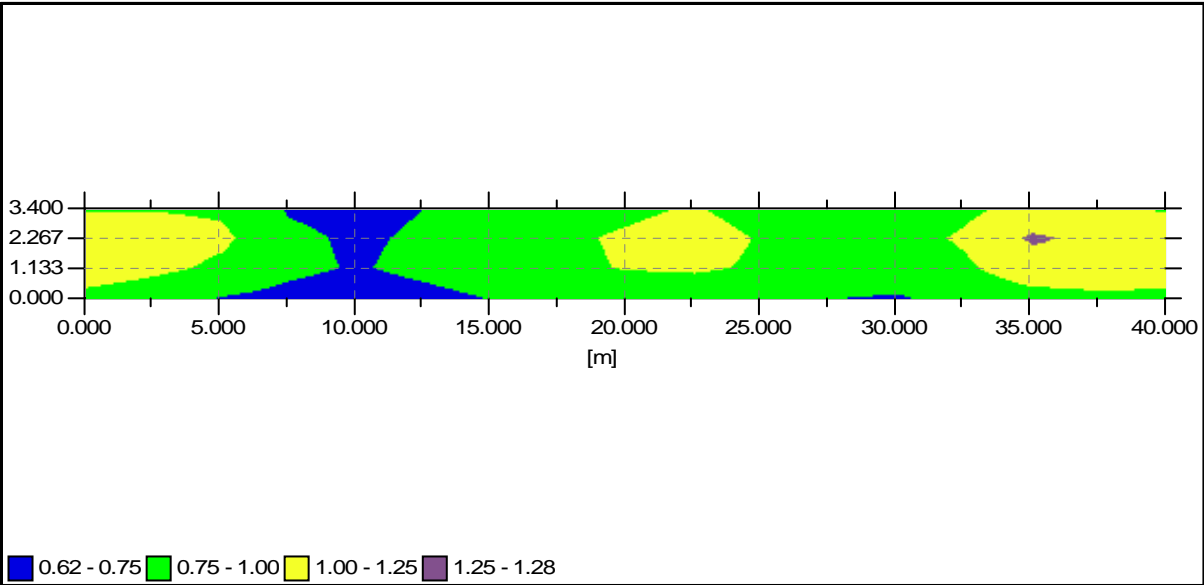
3,400	0,97	0,98	0,96	0,72	0,67	0,75	0,85	0,93	0,96	1,01	0,92	0,85	0,86	0,94	1,08
2,267	1,18	1,12	1,05	0,80	0,71	0,79	0,87	0,97	1,02	1,08	0,98	0,90	0,90	1,03	1,28
1,133	1,17	1,06	0,95	0,80	0,73	0,81	0,88	0,96	1,01	1,03	0,97	0,88	0,86	0,96	1,16
0,000	0,91	0,84	0,74	0,68	0,62	0,69	0,76	0,82	0,83	0,84	0,80	0,76	0,73	0,82	0,90
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

3,400	1,05	0,97
2,267	1,19	1,17
1,133	1,18	1,16
0,000	0,94	0,93
Y/X	37,500	40,000

Carril este (1) : Luminancia [cd/m²]



Carril este (1) : Luminancia [cd/m²]



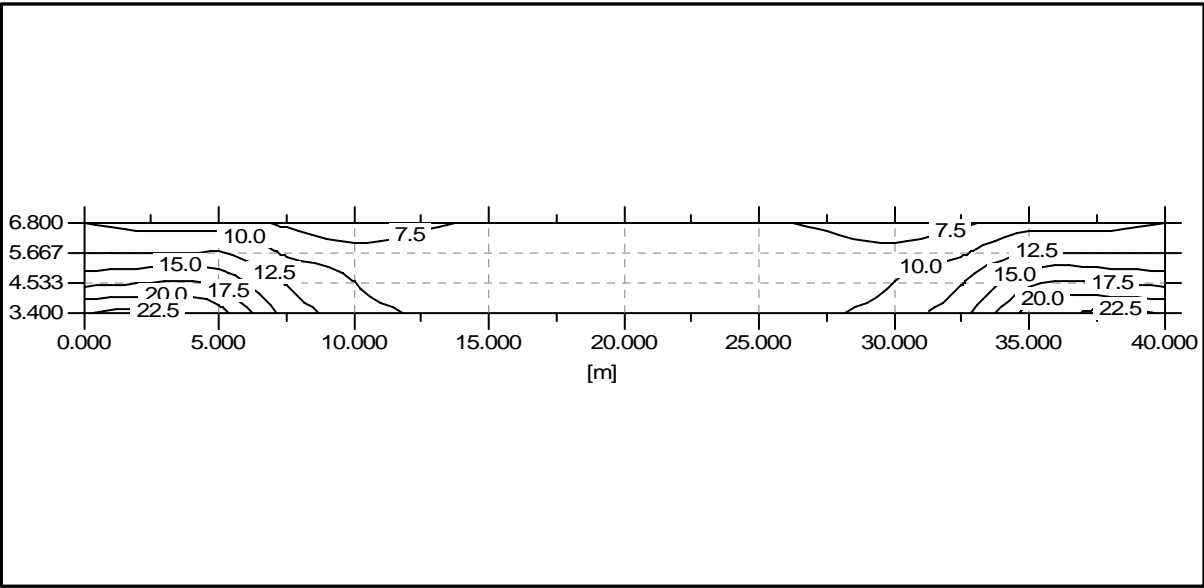
Carril oeste (2) : Iluminancia [lux]

Mín : 5,9 lux    Med (A) 11,2 lux    Máx : 23,0 lux    Uo : 53,0 %    Ug : 25,9 %

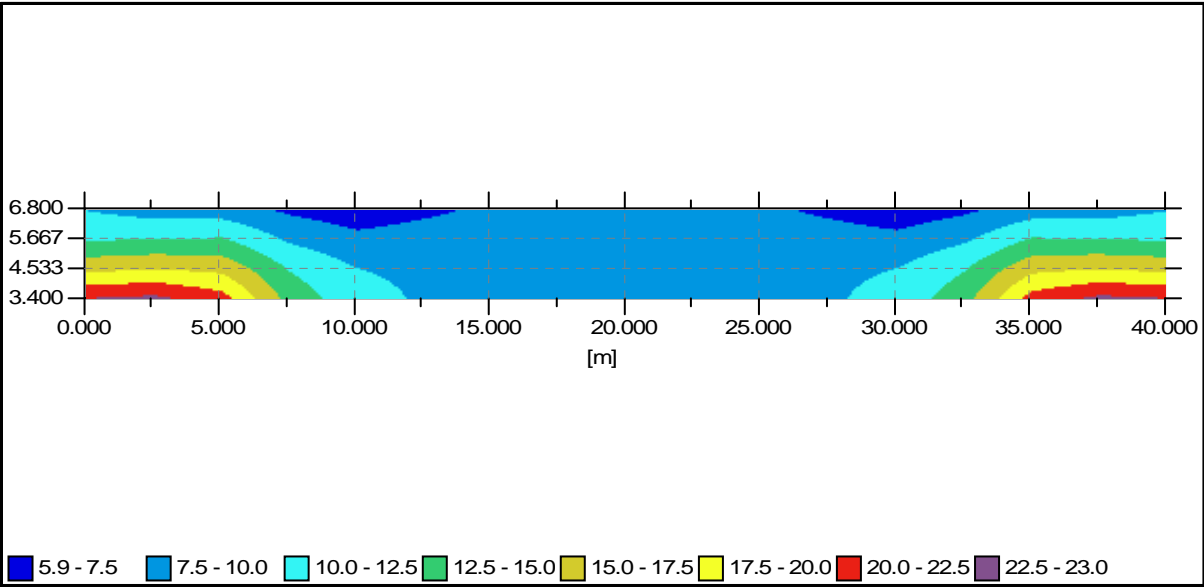
6,800	9,8	8,7	8,6	6,9	5,9	6,9	7,9	8,3	8,3	8,3	7,9	6,9	6,0	6,9	8,6
5,667	12,1	12,2	12,5	9,5	8,0	8,5	9,0	9,1	9,0	9,1	9,0	8,5	8,0	9,5	12,5
4,533	16,6	17,3	16,7	12,3	10,0	9,5	9,5	9,3	9,1	9,3	9,5	9,5	10,0	12,3	16,7
3,400	22,4	23,0	20,9	14,1	10,8	9,7	9,2	9,0	8,8	9,0	9,2	9,7	10,8	14,1	20,9
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

6,800	8,7	9,8
5,667	12,2	12,1
4,533	17,3	16,6
3,400	23,0	22,4
Y/X	37,500	40,000

Carril oeste (2) : Iluminancia [lux]



Carril oeste (2) : Iluminancia [lux]

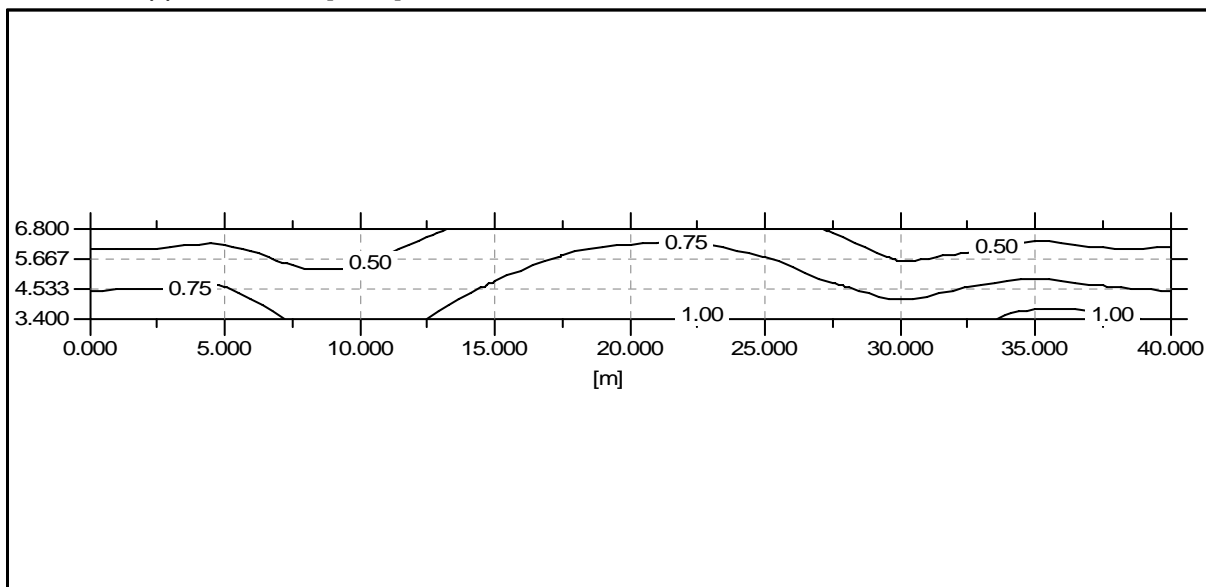
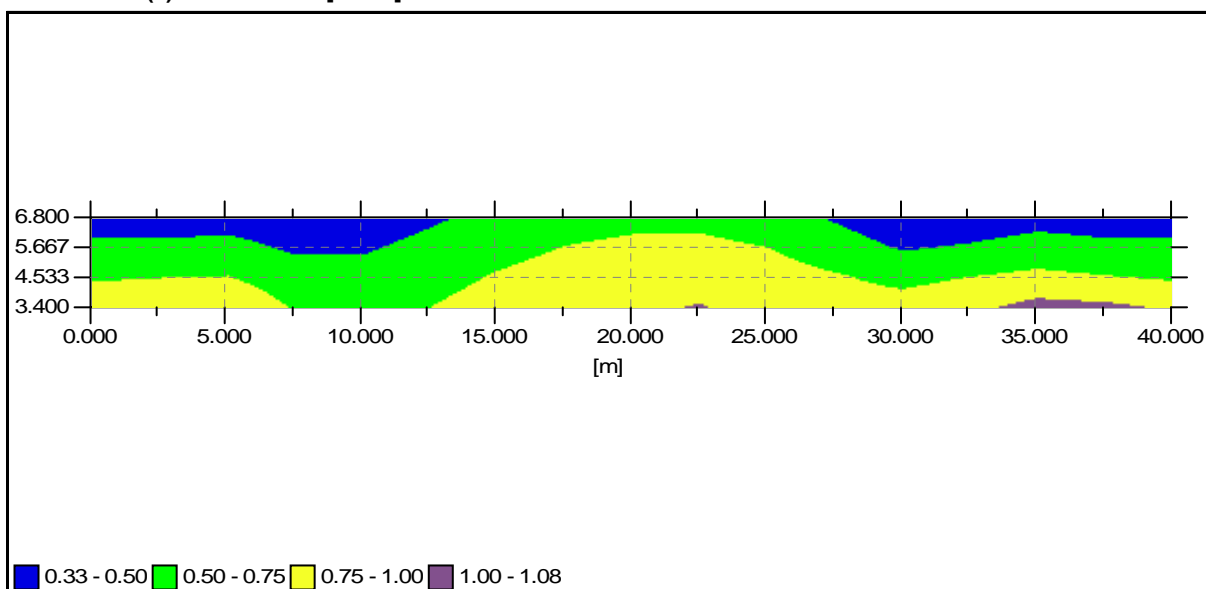


**Carril oeste (2) : Luminancia [cd/m²]**

Mín :  cd/m Med (A)  cd/m² Máx :  cd/m² Uo :  % Ug :  %

6,800	0,43	0,40	0,40	0,35	0,36	0,46	0,57	0,65	0,69	0,67	0,60	0,47	0,33	0,35	0,41
5,667	0,53	0,54	0,57	0,46	0,47	0,57	0,68	0,75	0,80	0,81	0,75	0,61	0,47	0,52	0,59
4,533	0,71	0,74	0,76	0,60	0,59	0,67	0,77	0,84	0,88	0,92	0,86	0,77	0,68	0,75	0,81
3,400	0,97	0,98	0,96	0,72	0,67	0,75	0,85	0,93	0,96	1,01	0,92	0,85	0,86	0,94	1,08
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

6,800	0,40	0,44
5,667	0,54	0,53
4,533	0,76	0,72
3,400	1,05	0,97
Y/X	37,500	40,000

**Carril oeste (2) : Luminancia [cd/m²]****Carril oeste (2) : Luminancia [cd/m²]**

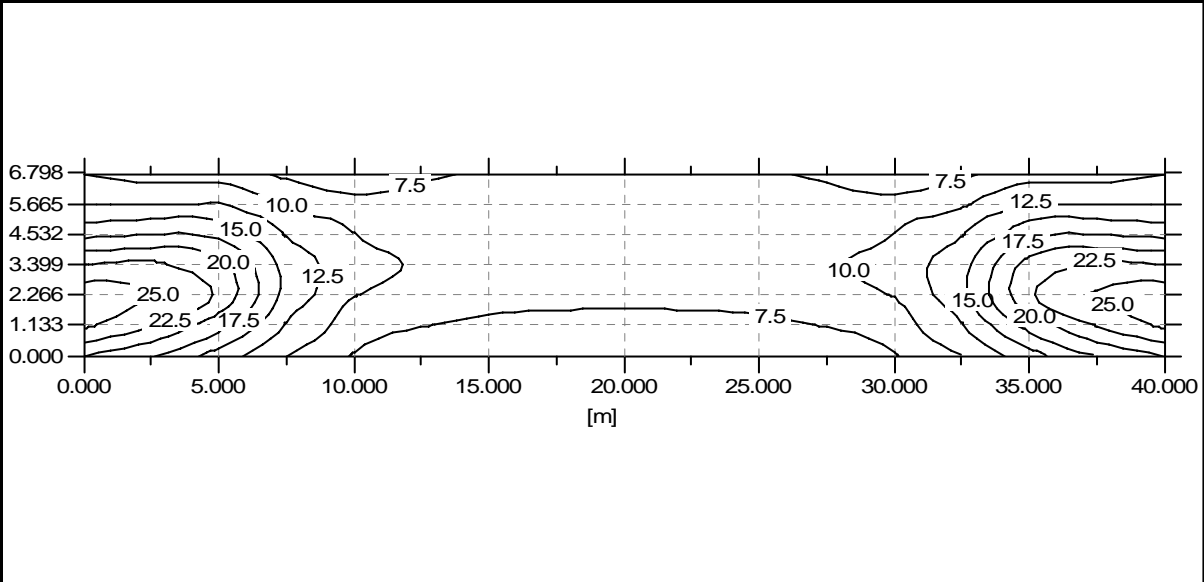
Calzada (3) : Iluminancia [lux]

Mín : 5,2 lux    Med (A) 12,0 lux    Máx : 26,8 lux    Uo : 43,3 %    Ug : 19,3 %

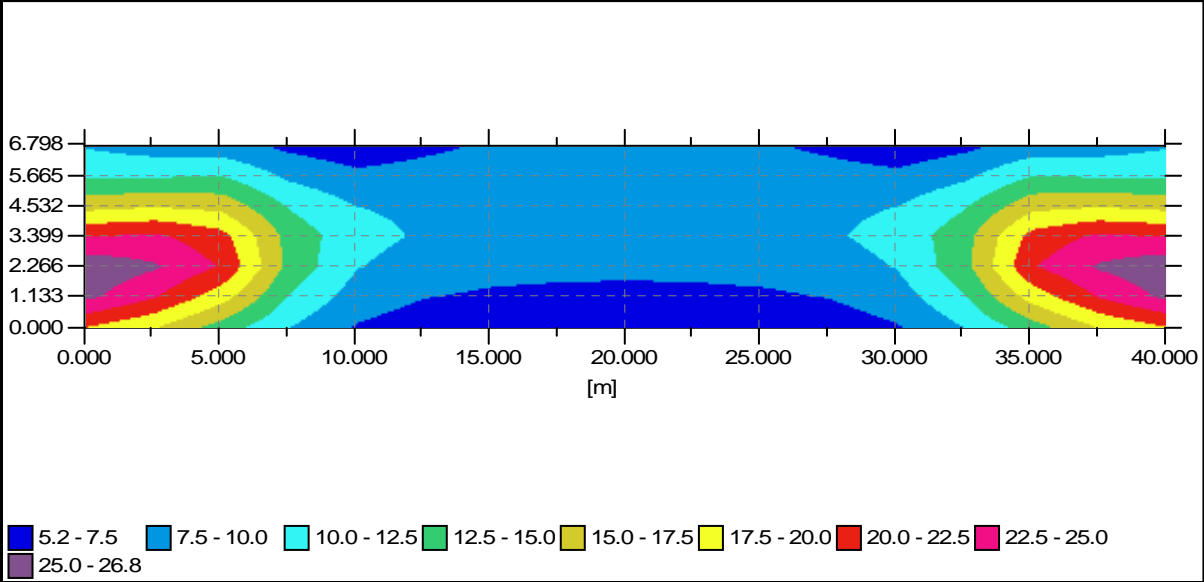
6,798	9,8	8,7	8,6	6,9	6,0	6,9	7,9	8,3	8,3	8,3	7,9	6,9	6,0	6,9	8,6
5,665	12,1	12,2	12,5	9,5	8,0	8,5	9,0	9,1	9,0	9,1	9,0	8,5	8,0	9,5	12,5
4,532	16,6	17,3	16,7	12,3	10,0	9,5	9,5	9,3	9,1	9,3	9,5	9,5	10,0	12,3	16,7
3,399	22,4	23,0	20,9	14,1	10,8	9,7	9,2	9,0	8,8	9,0	9,2	9,7	10,8	14,1	20,9
2,266	26,8	25,3	22,2	14,1	10,1	8,8	8,3	8,1	8,0	8,1	8,3	8,8	10,1	14,1	22,2
1,133	25,6	22,7	18,5	12,3	8,8	7,6	7,1	6,9	6,9	6,9	7,1	7,6	8,8	12,3	18,5
0,000	20,0	17,7	13,9	10,1	7,3	6,2	5,6	5,3	5,2	5,3	5,6	6,2	7,3	10,1	13,9
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

6,798	8,7	9,8
5,665	12,3	12,1
4,532	17,3	16,6
3,399	23,0	22,4
2,266	25,3	26,8
1,133	22,7	25,6
0,000	17,7	20,0
Y/X	37,500	40,000

Calzada (3) : Iluminancia [lux]



Calzada (3) : Iluminancia [lux]



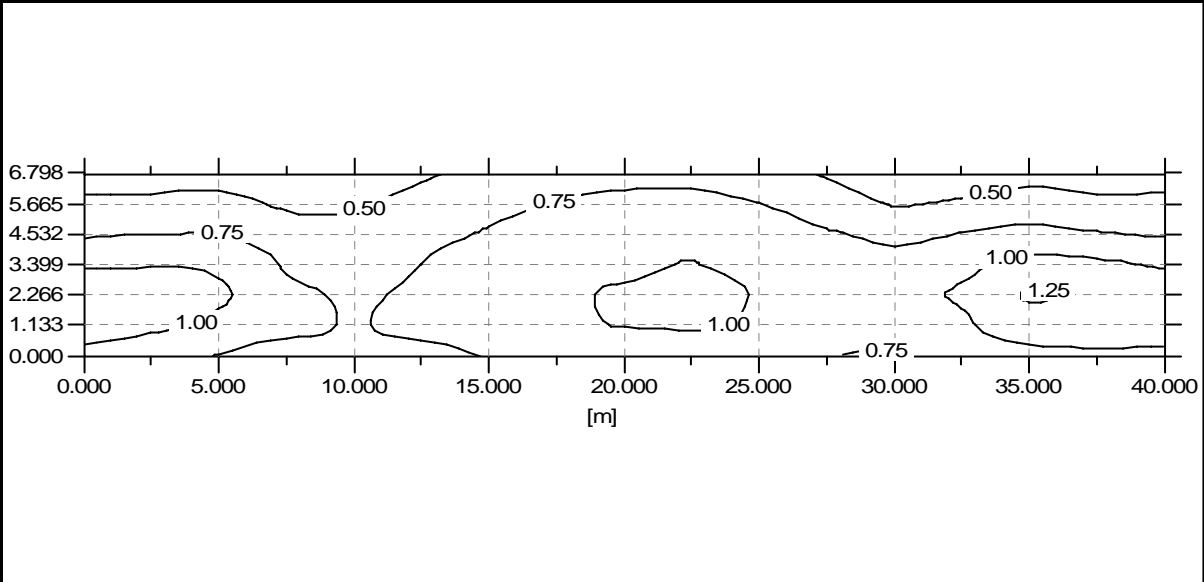
Calzada (3) : Luminancia [cd/m²]

Mín : 0,33 cd/m Med (A) 0,79 cd/m² Máx : 1,28 cd/m² Uo : 42,5 % Ug : 26,1 %

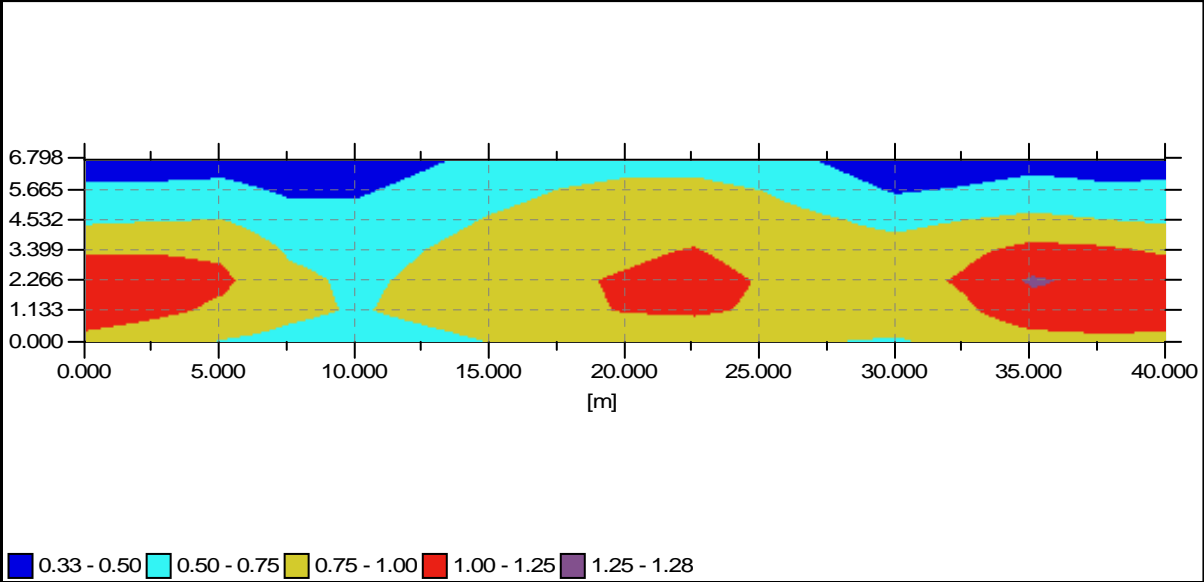
6,798	0,43	0,40	0,40	0,35	0,36	0,46	0,57	0,65	0,69	0,67	0,60	0,47	0,33	0,35	0,41
5,665	0,53	0,54	0,57	0,46	0,47	0,57	0,68	0,75	0,80	0,81	0,75	0,61	0,47	0,52	0,59
4,532	0,71	0,74	0,76	0,60	0,59	0,67	0,77	0,84	0,88	0,92	0,86	0,77	0,68	0,75	0,81
3,399	0,97	0,98	0,96	0,72	0,67	0,75	0,85	0,93	0,96	1,01	0,92	0,85	0,86	0,94	1,08
2,266	1,18	1,12	1,05	0,80	0,71	0,79	0,87	0,97	1,02	1,08	0,98	0,90	0,90	1,03	1,28
1,133	1,17	1,06	0,95	0,80	0,73	0,81	0,88	0,96	1,01	1,03	0,97	0,88	0,86	0,96	1,16
0,000	0,91	0,84	0,74	0,68	0,62	0,69	0,76	0,82	0,83	0,84	0,80	0,76	0,73	0,82	0,90
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

6,798	0,40	0,44
5,665	0,54	0,53
4,532	0,76	0,72
3,399	1,05	0,97
2,266	1,19	1,17
1,133	1,18	1,16
0,000	0,94	0,93
Y/X	37,500	40,000

Calzada (3) : Luminancia [cd/m²]



Calzada (3) : Luminancia [cd/m²]



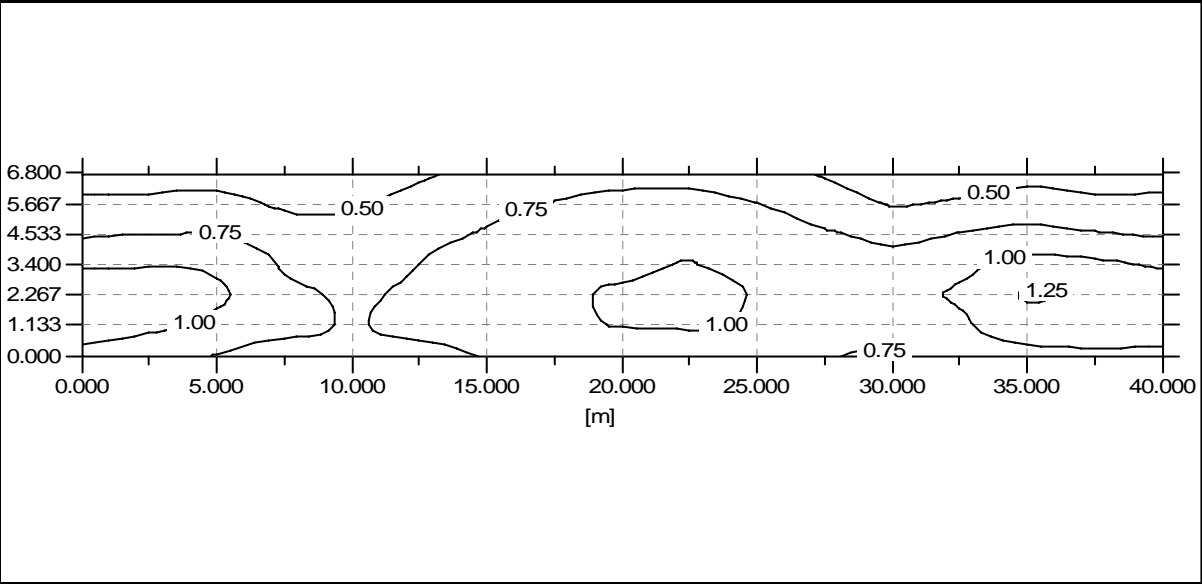
Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]

Mín : 0,33 cd/m Med (A) 0,79 cd/m² Máx : 1,28 cd/m² Uo : 42,5 % Ug : 26,1 %

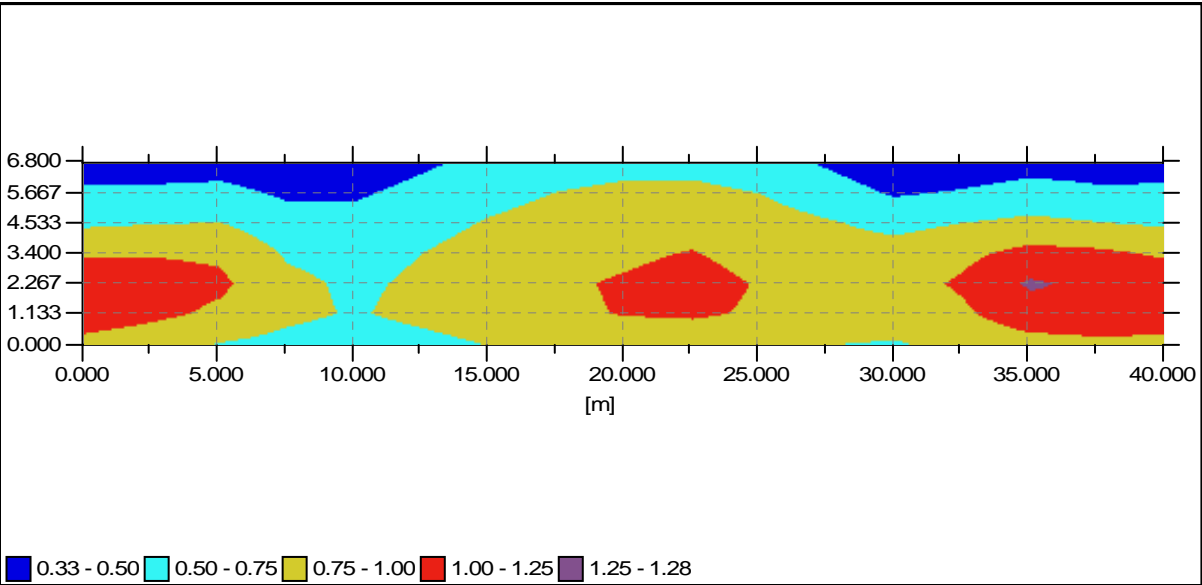
6,800	0,43	0,40	0,40	0,35	0,36	0,46	0,57	0,65	0,69	0,67	0,60	0,47	0,33	0,35	0,41
5,667	0,53	0,54	0,57	0,46	0,47	0,57	0,68	0,75	0,80	0,81	0,75	0,61	0,47	0,52	0,59
4,533	0,71	0,74	0,76	0,60	0,59	0,67	0,77	0,84	0,88	0,92	0,86	0,77	0,68	0,75	0,81
3,400	0,97	0,98	0,96	0,72	0,67	0,75	0,85	0,93	0,96	1,01	0,92	0,85	0,86	0,94	1,08
2,267	1,18	1,12	1,05	0,80	0,71	0,79	0,87	0,97	1,02	1,08	0,98	0,90	0,90	1,03	1,28
1,133	1,17	1,06	0,95	0,80	0,73	0,81	0,88	0,96	1,01	1,03	0,97	0,88	0,86	0,96	1,16
0,000	0,91	0,84	0,74	0,68	0,62	0,69	0,76	0,82	0,83	0,84	0,80	0,76	0,73	0,82	0,90
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

6,800	0,40	0,44
5,667	0,54	0,53
4,533	0,76	0,72
3,400	1,05	0,97
2,267	1,19	1,17
1,133	1,18	1,16
0,000	0,94	0,93
Y/X	37,500	40,000

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



**Centro del carril este (5) : Iluminancia [lux]**

Mín :  lux    Med (A)  lux    Máx :  lux    Uo :  %    Ug :  %

1,700	26,9	24,6	21,0	13,5	9,5	8,2	7,8	7,6	7,5	7,6	7,8	8,2	9,5	13,5	21,0
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000
1,700	24,6	26,9													
Y/X	37,500	40,000													

**Centro del carril este (5) : Luminancia [cd/m²]**

Mín :  cd/m Med (A)  cd/m² Máx :  cd/m² Uo :  % Ug :  %

1,700	1,21	1,12	1,02	0,81	0,72	0,80	0,87	0,96	1,03	1,07	1,00	0,90	0,86	1,03	1,25
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000
1,700	1,18	1,20													
Y/X	37,500	40,000													



Centro del carril oeste (6) : Iluminancia [lux]

Mín : 9,1 lux      Med (A) 11,2 lux      Máx : 14,6 lux      Uo : 81,0 %      Ug : 62,3 %

5,100	13,9	14,5	14,6	10,9	9,2	9,1	9,4	9,3	9,1	9,3	9,4	9,1	9,2	10,9	14,6
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000
5,100	14,5	13,9													
Y/X	37,500	40,000													

**Centro del carril oeste (6) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín : 0,53 cd/m Med (A) 0,67 cd/m<sup>2</sup> Máx : 0,87 cd/m<sup>2</sup> Uo : 78,7 % Ug : 61,1 %

5,100	0,60	0,63	0,66	0,53	0,53	0,62	0,72	0,80	0,84	0,87	0,82	0,69	0,57	0,64	0,70
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

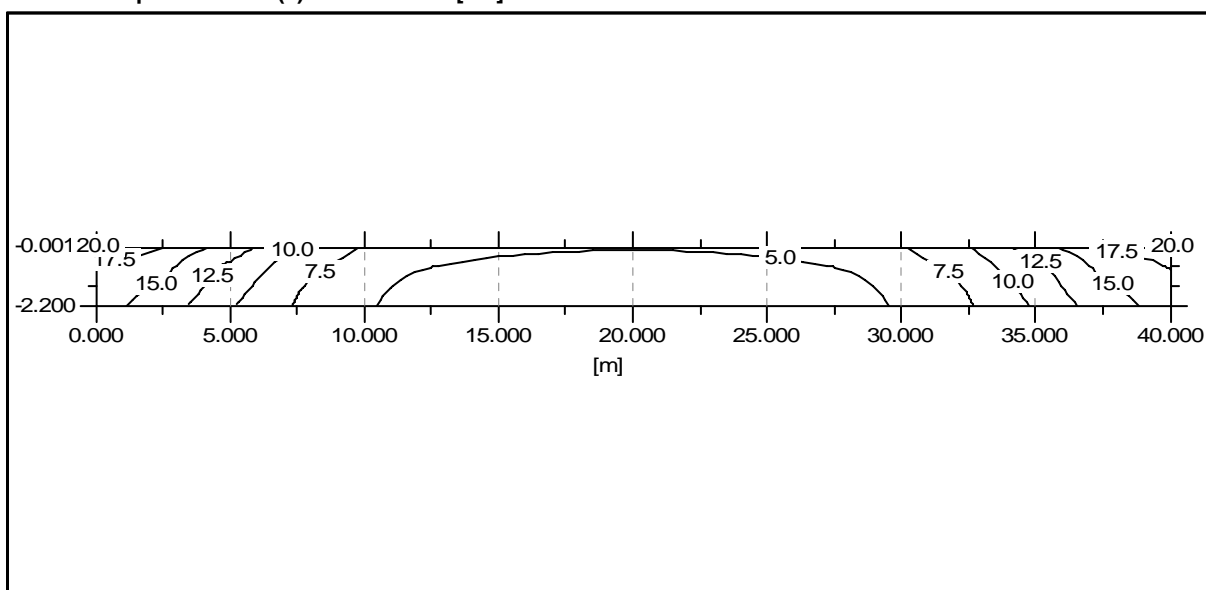
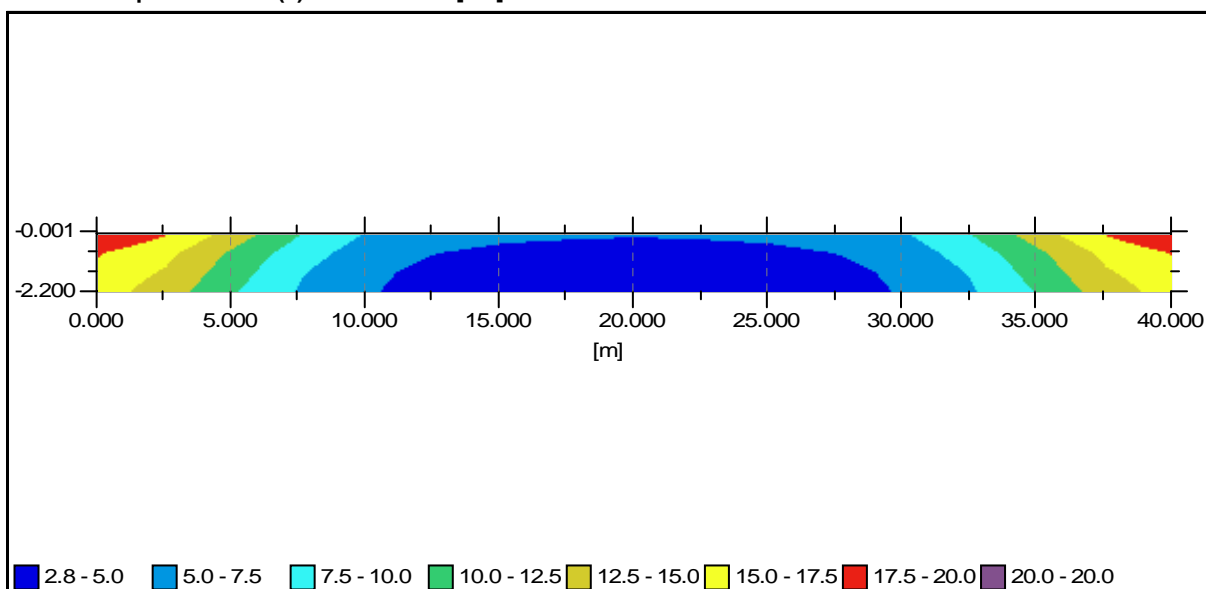
5,100	0,64	0,60
Y/X	37,500	40,000

**Banda de aparcamiento (7) : Iluminancia [lux]**

Mín :  lux    Med (A)  lux    Máx :  lux    Uo :  %    Ug :  %

-0,001	20,0	17,7	13,9	10,1	7,3	6,2	5,6	5,3	5,2	5,3	5,6	6,2	7,3	10,1	13,9
-0,734	17,7	15,7	12,1	8,7	6,3	5,1	4,5	4,2	4,2	4,2	4,5	5,1	6,3	8,7	12,1
-1,467	16,7	14,7	11,1	7,7	5,5	4,3	3,7	3,5	3,4	3,5	3,7	4,3	5,5	7,7	11,1
-2,200	16,1	13,8	10,3	7,3	5,2	4,0	3,4	2,9	2,8	2,9	3,4	4,0	5,2	7,3	10,3
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

-0,001	17,7	20,0
-0,734	15,7	17,7
-1,467	14,7	16,7
-2,200	13,8	16,1
Y/X	37,500	40,000

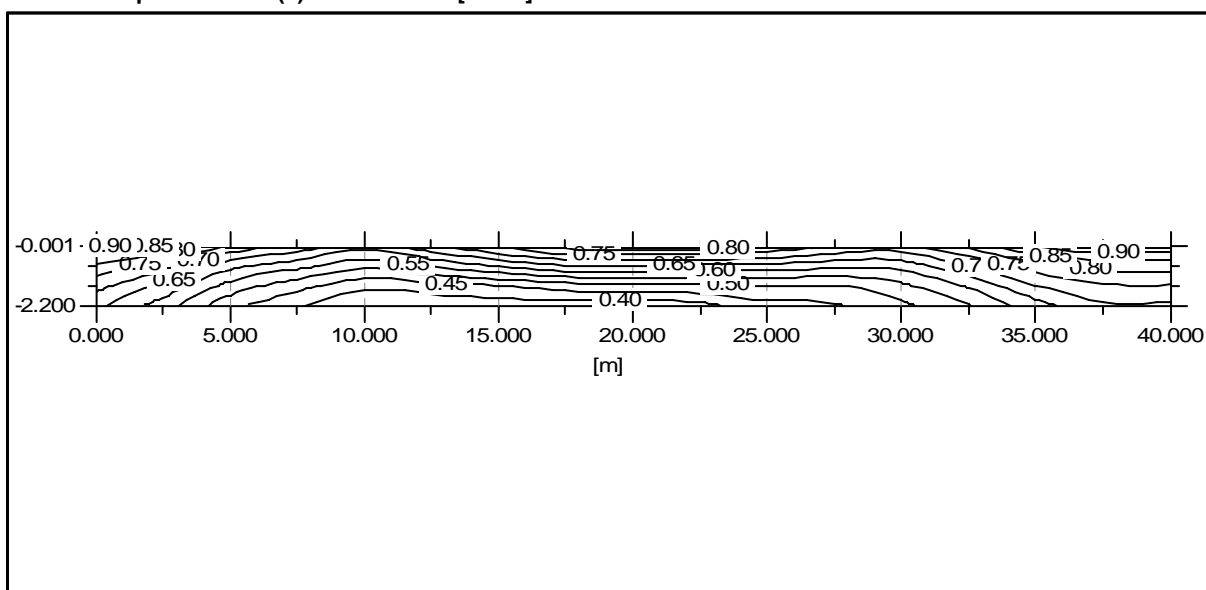
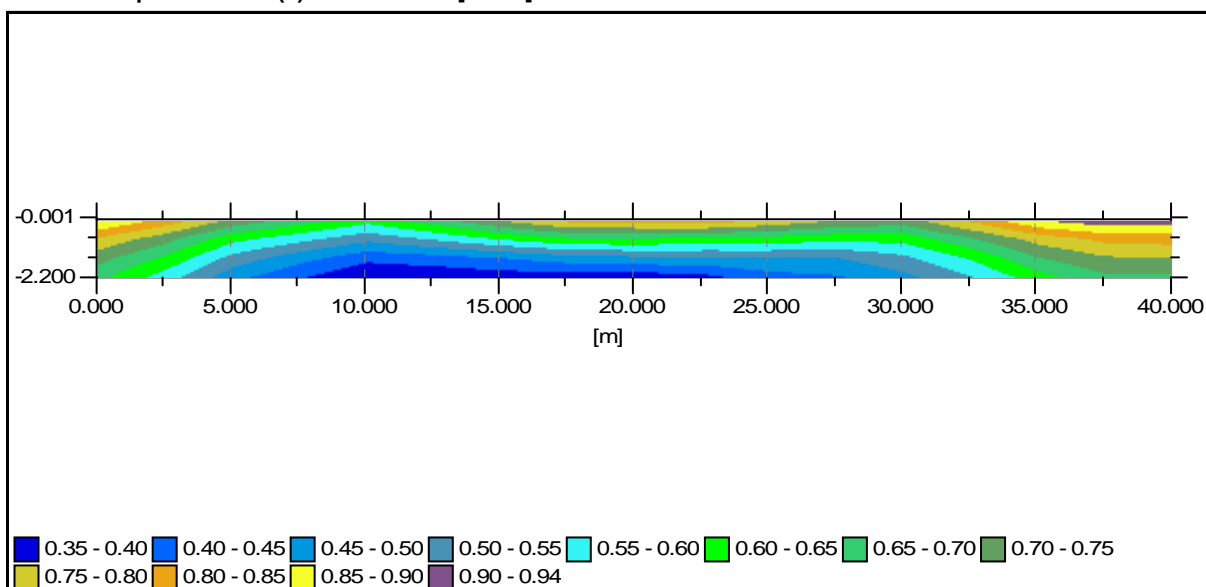
**Banda de aparcamiento (7) : Iluminancia [lux]****Banda de aparcamiento (7) : Iluminancia [lux]**

**Banda de aparcamiento (7) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín : 0,35 cd/m Med (A) 0,63 cd/m<sup>2</sup> Máx : 0,94 cd/m<sup>2</sup> Uo : 55,9 % Ug : 37,2 %

-0,001	0,91	0,84	0,74	0,68	0,62	0,69	0,76	0,82	0,83	0,84	0,80	0,76	0,73	0,82	0,90
-0,734	0,79	0,72	0,62	0,57	0,52	0,56	0,61	0,65	0,65	0,64	0,63	0,61	0,62	0,70	0,77
-1,467	0,72	0,64	0,53	0,47	0,42	0,43	0,45	0,48	0,49	0,49	0,50	0,50	0,54	0,61	0,70
-2,200	0,66	0,58	0,47	0,41	0,35	0,36	0,37	0,37	0,37	0,39	0,43	0,45	0,49	0,55	0,63
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

-0,001	0,94	0,93
-0,734	0,81	0,82
-1,467	0,74	0,75
-2,200	0,69	0,69
Y/X	37,500	40,000

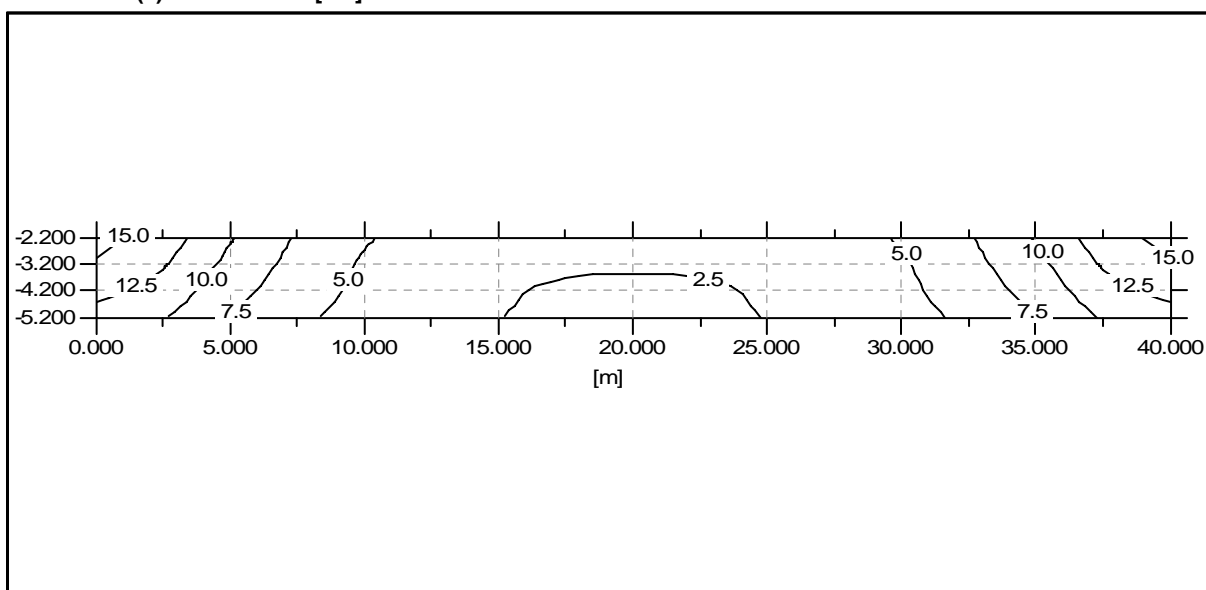
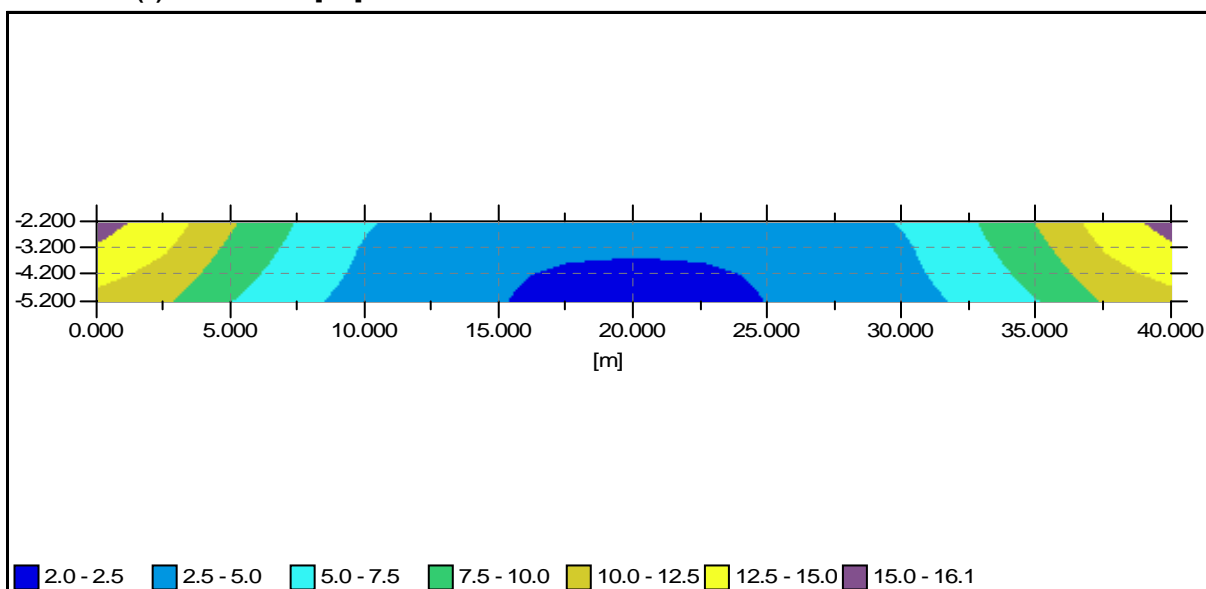
**Banda de aparcamiento (7) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]****Banda de aparcamiento (7) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

**Acera este (8) : Iluminancia [lux]**

Mín :  lux    Med (A)  lux    Máx :  lux    Uo :  %    Ug :  %

-2,200	16,1	13,8	10,3	7,3	5,2	4,0	3,4	2,9	2,8	2,9	3,4	4,0	5,2	7,3	10,3
-3,200	14,7	12,8	9,4	6,7	4,7	3,6	3,0	2,7	2,6	2,7	3,0	3,6	4,7	6,7	9,4
-4,200	13,3	11,6	8,4	6,1	4,4	3,4	2,6	2,3	2,2	2,3	2,6	3,4	4,4	6,1	8,4
-5,200	11,6	10,3	7,5	5,5	4,1	3,2	2,6	2,1	2,0	2,1	2,6	3,2	4,1	5,5	7,5
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

-2,200	13,8	16,1
-3,200	12,8	14,7
-4,200	11,6	13,3
-5,200	10,3	11,6
Y/X	37,500	40,000

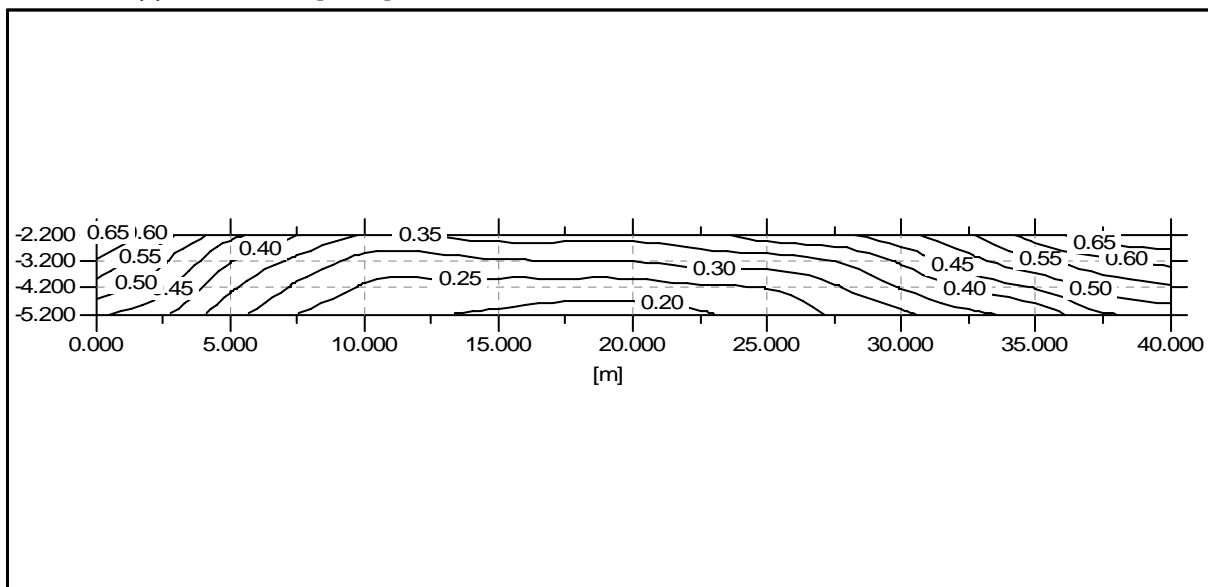
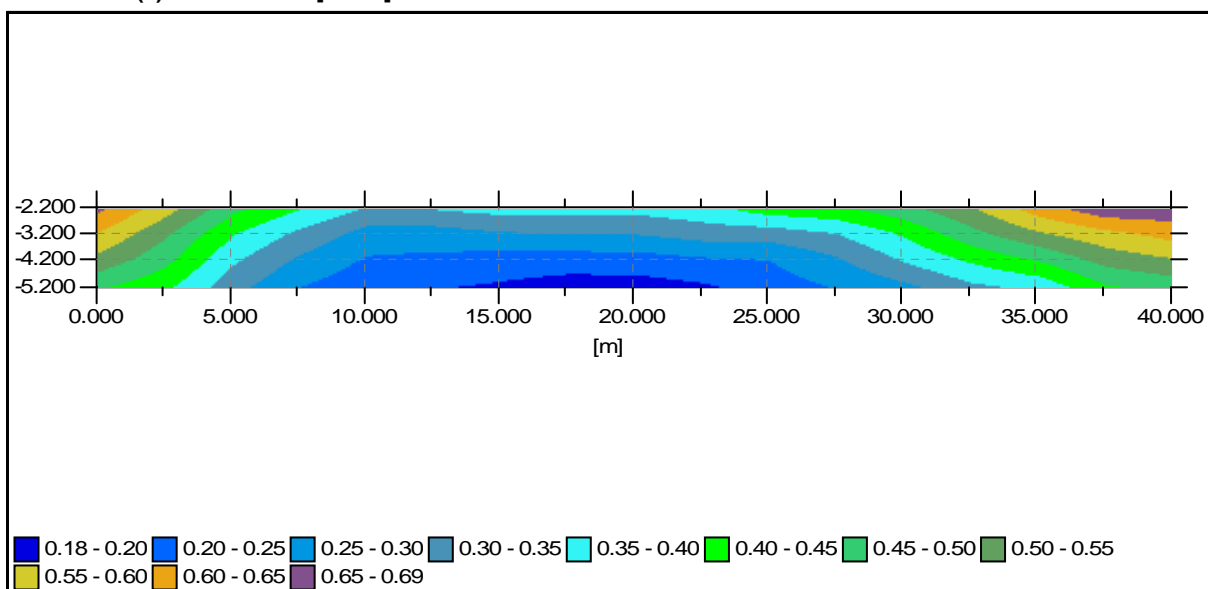
**Acera este (8) : Iluminancia [lux]****Acera este (8) : Iluminancia [lux]**

**Acera este (8) : Luminancia [ $\text{cd/m}^2$ ]**

Mín :   $\text{cd/m}^2$  Med (A)   $\text{cd/m}^2$  Máx :   $\text{cd/m}^2$  Uo :  % Ug :  %

-2,200	0,66	0,58	0,47	0,41	0,35	0,36	0,37	0,37	0,37	0,39	0,43	0,45	0,49	0,55	0,63
-3,200	0,60	0,51	0,40	0,34	0,28	0,28	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32	0,35	0,41	0,48	0,54
-4,200	0,53	0,46	0,36	0,29	0,24	0,24	0,23	0,22	0,23	0,24	0,25	0,29	0,35	0,41	0,45
-5,200	0,46	0,41	0,32	0,25	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,19	0,23	0,25	0,29	0,34	0,36
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

-2,200	0,69	0,69
-3,200	0,59	0,62
-4,200	0,52	0,55
-5,200	0,45	0,47
Y/X	37,500	40,000

**Acera este (8) : Luminancia [ $\text{cd/m}^2$ ]****Acera este (8) : Luminancia [ $\text{cd/m}^2$ ]**

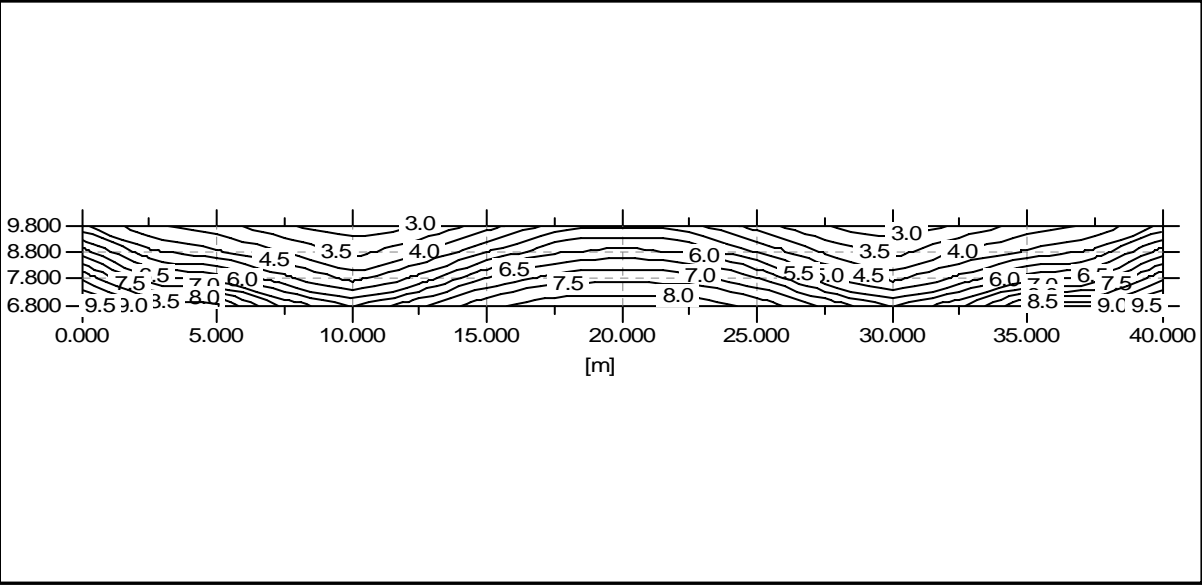
Acera oeste (9) : Iluminancia [lux]

Mín : 2,8 lux    Med (A) 5,7 lux    Máx : 9,8 lux    Uo : 49,2 %    Ug : 28,7 %

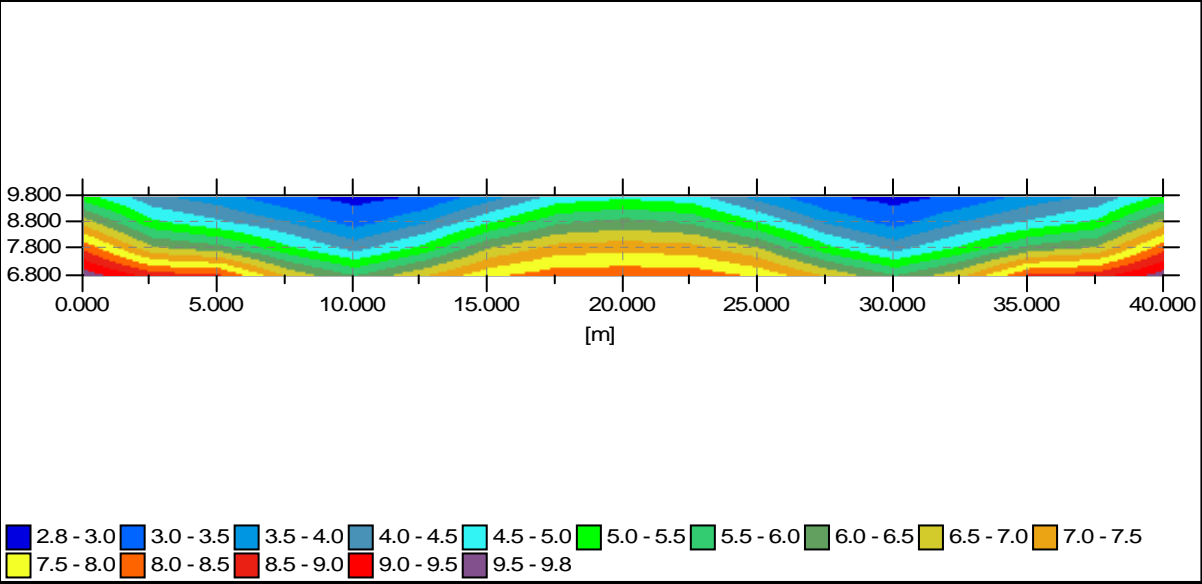
9,800	5,1	4,0	3,6	3,0	2,8	3,0	3,7	4,6	4,8	4,6	3,7	3,0	2,8	3,0	3,6
8,800	6,7	5,1	4,6	4,0	3,3	3,9	5,0	5,9	6,2	5,9	5,0	3,9	3,3	4,0	4,6
7,800	8,4	6,6	6,2	5,1	4,3	5,2	6,5	7,2	7,3	7,2	6,5	5,2	4,3	5,1	6,2
6,800	9,8	8,7	8,6	6,9	5,9	6,9	7,9	8,3	8,3	8,3	7,9	6,9	6,0	6,9	8,6
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

9,800	4,1	5,1
8,800	5,1	6,7
7,800	6,6	8,4
6,800	8,7	9,8
Y/X	37,500	40,000

Acera oeste (9) : Iluminancia [lux]



Acera oeste (9) : Iluminancia [lux]



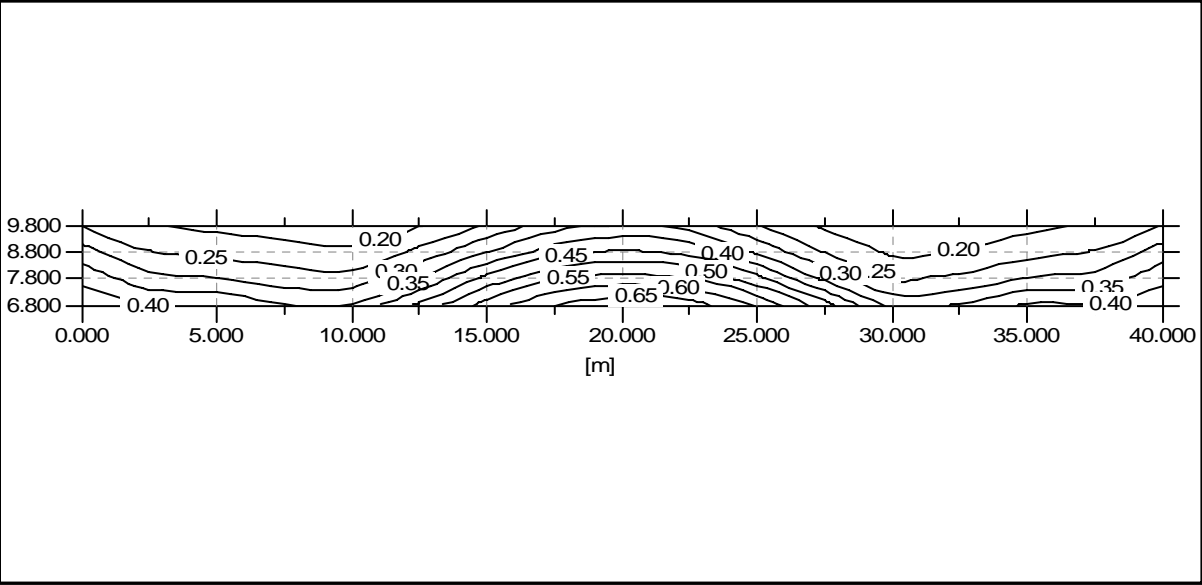
Acera oeste (9) : Luminancia [cd/m²]

Mín : 0,16 cd/m Med (A) 0,34 cd/m² Máx : 0,69 cd/m² Uo : 48,1 % Ug : 23,8 %

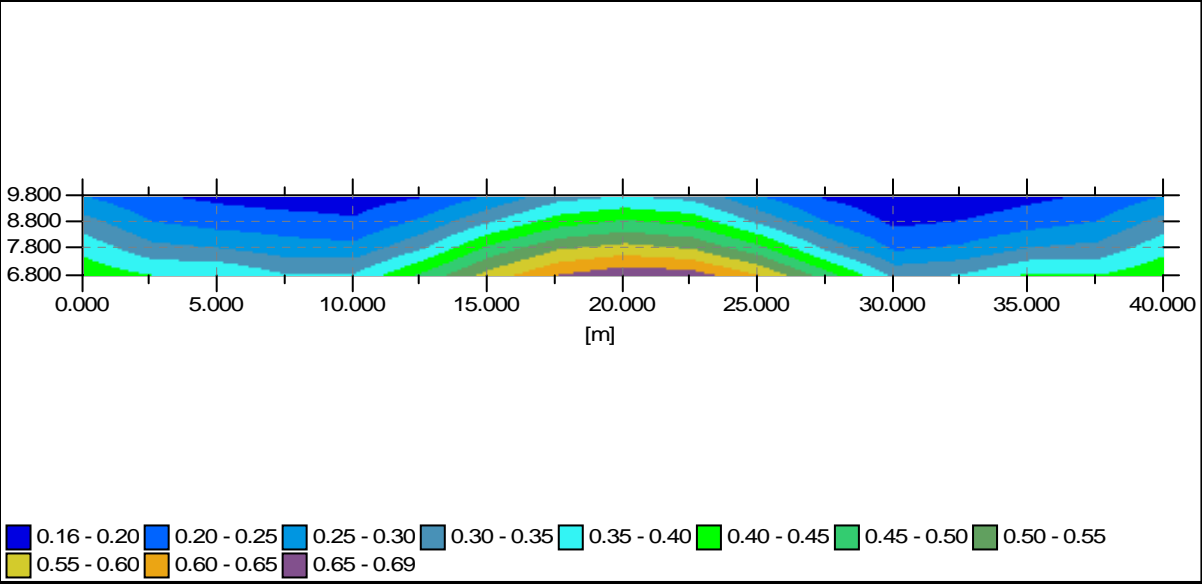
9,800	0,25	0,20	0,19	0,17	0,17	0,19	0,25	0,32	0,35	0,33	0,25	0,19	0,17	0,16	0,19
8,800	0,32	0,25	0,23	0,22	0,21	0,26	0,35	0,43	0,46	0,43	0,34	0,25	0,19	0,20	0,23
7,800	0,38	0,32	0,30	0,27	0,27	0,35	0,47	0,54	0,57	0,55	0,46	0,34	0,24	0,26	0,30
6,800	0,43	0,40	0,40	0,35	0,36	0,46	0,57	0,65	0,69	0,67	0,60	0,47	0,33	0,35	0,41
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

9,800	0,21	0,25
8,800	0,25	0,32
7,800	0,32	0,39
6,800	0,40	0,44
Y/X	37,500	40,000

Acera oeste (9) : Luminancia [cd/m²]



Acera oeste (9) : Luminancia [cd/m²]






Información general (Contin.)

Detalles de las configuraciones

• Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
93233A	Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3	10,5	0,91	

Detalles de los grupos

Lineal													
Nº	Principio			Luminaria				Geometría					
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Rot	Pendie	Inclina	
1	-40,000	-1,000	10,000	93233A	0,0	1,0	0,0	6	40,000	0,0	0,0	0,0	

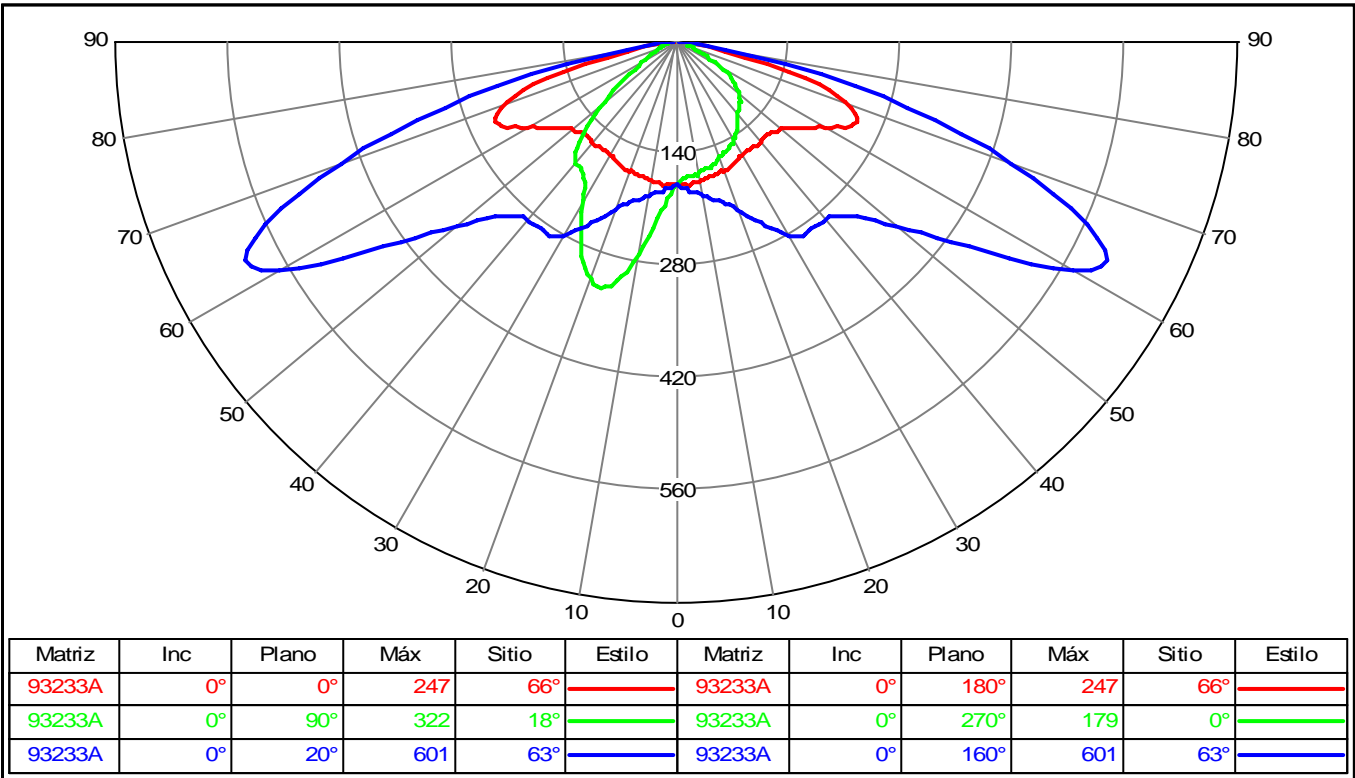
Documentos fotométricos

93233A

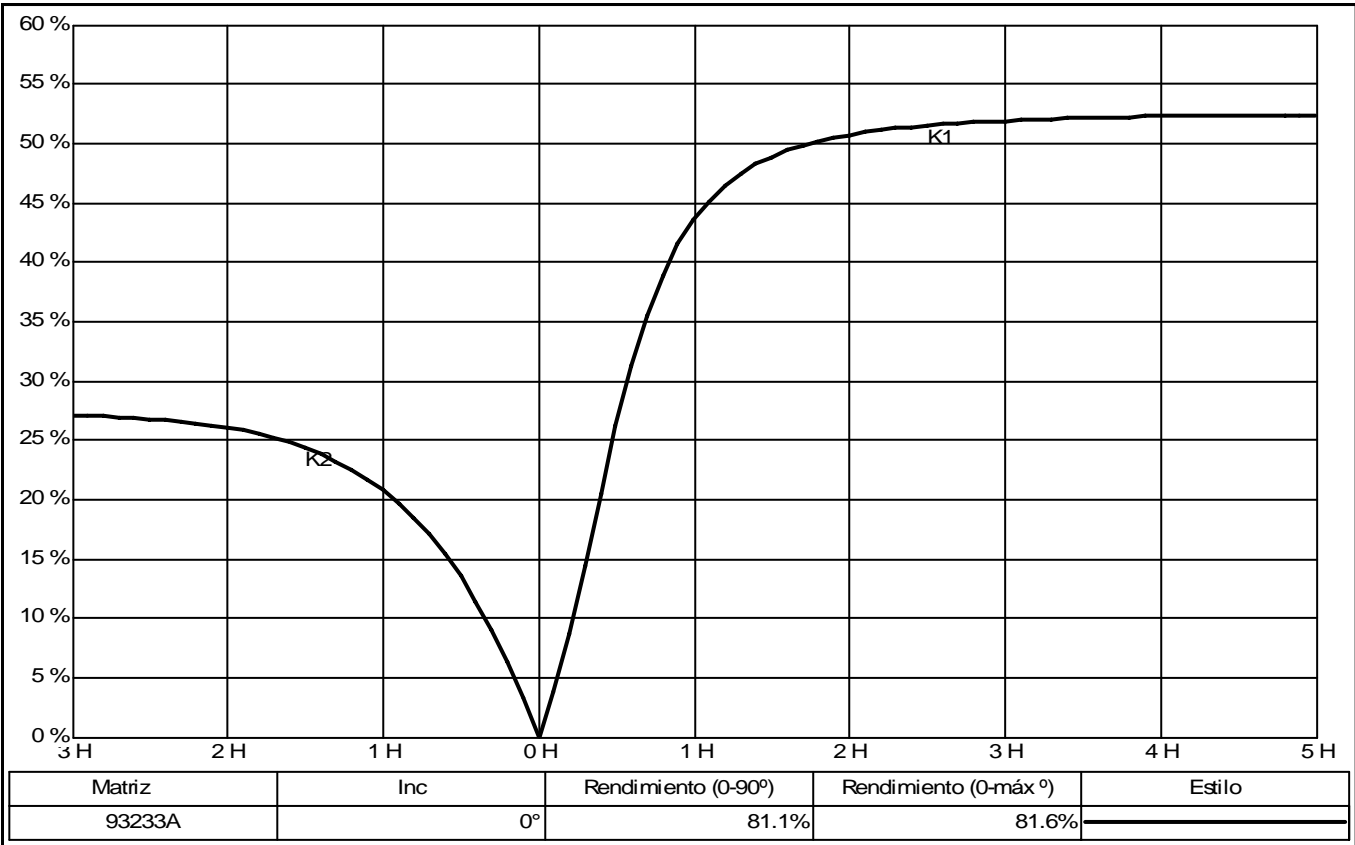


Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... \AP\_D2\_Calculos\_Vial-F\_Glorieta.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Centro de la glorieta (1)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Cantidad :  Paso :  Tamaño :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒  
Ilum. Hemisférica : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ dX :  dY :  dZ :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Calzada de la glorieta (2)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Cantidad :  Paso :  Tamaño :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒  
Ilum. Hemisférica : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ dX :  dY :  dZ :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Acera de la glorieta (3)

**General**

Tipo : Circular

Activado : ☒Máscaras ☒

Color :

**Geometría****Posición de**

X : 0,000

Y : 0,000

Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 5

Interdistancia 0,500

Tamaño X : 2,000

Cantidad : 37

Paso : 10,000

Tamaño : 360,000

**Cálculo**Iluminancia : ☒

Faceta : Z Positivo

Luminancia : ☒Ilum. Hemisférica : ☒**Posición del**Móvil : ☐

dX : -60,000

dY : 0,000

dZ : 1,500

**Superficie de la**

Tabla R : R2007

Qo : 0,07

**• Malla principal (TI) (4)****General**

Tipo : Circular

Activado : ☒Máscaras ☒

Color :

**Geometría****Posición de**

X : 0,000

Y : 0,000

Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 8

Interdistancia 1,000

Tamaño X : 7,000

Cantidad : 19

Paso : 20,000

Tamaño : 360,000

**Cálculo**Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐

dX : -60,000

dY : 0,000

dZ : 1,500

**Superficie de la**

Tabla R : R2007

Qo : 0,07

**• Centro del carril exterior (5)****General**

Tipo : Circular

Activado : ☒Máscaras ☒

Color :

**Geometría****Posición de**

X : 0,000

Y : 0,000

Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 1

Interdistancia 1,000

Tamaño X : 0,000

Cantidad : 17

Paso : 22,500

Tamaño : 360,000

**Cálculo**Iluminancia : ☒

Faceta : Normal

Luminancia : ☒Ilum. Hemisférica : ☒

Posición del

Móvil : ☐

dX : 

-60,000

dY : 

0,000

dZ : 

1,500

Superficie de la

Tabla R : 

R2007

Qo : 

0,07

• Centro del carril interior (6)

General

Tipo : 

Circular

Activado : ☒

Máscaras ☒

Color :

Geometría

Posición de

X : 

0,000

Y : 

0,000

Z : 

0,000

Tamaño

Nº X : 

1

Interdistancia 

1,000

Tamaño X : 

0,000

Cantidad : 

17

Paso : 

22,500

Tamaño : 

360,000

Cálculo

Iluminancia : ☒

Faceta : 

Normal

Luminancia : ☒

Ilum. Hemisférica : ☒

Posición del

Móvil : ☐

dX : 

-60,000

dY : 

0,000

dZ : 

1,500

Superficie de la

Tabla R : 

R2007

Qo : 

0,07

Resumen

Resumen sobre las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Centro de la glorieta (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	12,7	13,9	13,3	91,2	95,5
Luminancia (cd/m²)	0,63	0,88	0,78	72,2	80,5
Iluminancia hemisférica	7,9	8,6	8,4	92,0	94,1

Calzada de la glorieta (2)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	8,1	19,6	14,3	41,3	56,5
Luminancia (cd/m²)	0,35	0,91	0,68	37,9	50,6
Iluminancia hemisférica	4,9	11,9	8,7	41,4	56,6

Acera de la glorieta (3)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	6,4	19,8	13,0	32,5	49,3
Luminancia (cd/m²)	0,28	0,92	0,62	30,0	44,3
Iluminancia hemisférica	4,0	12,1	8,0	33,1	50,1

Malla principal (TI) (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,35	0,91	0,68	37,9	50,6

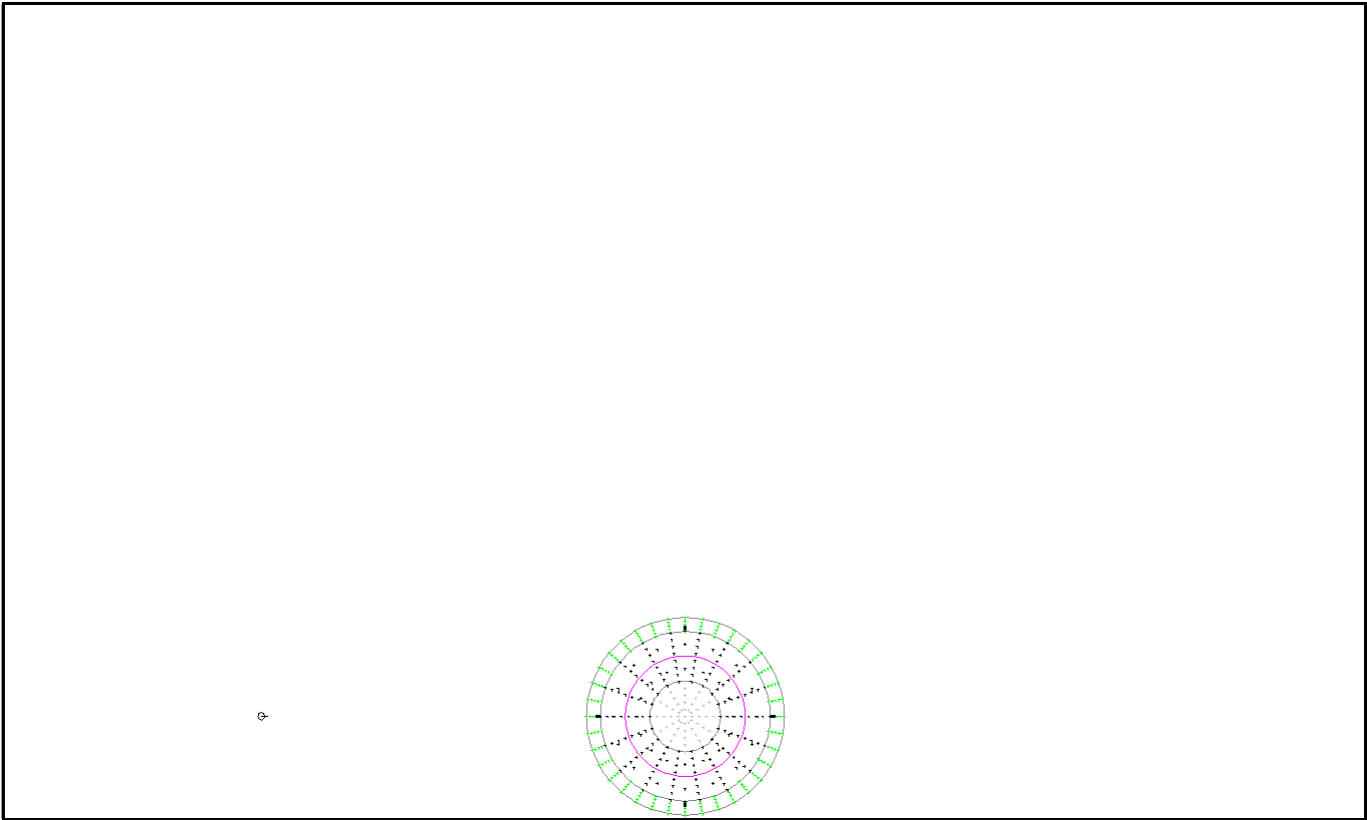
Centro del carril exterior (5)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	9,9	18,6	14,6	53,2	67,9
Luminancia (cd/m²)	0,42	0,90	0,67	46,8	62,4
Iluminancia hemisférica	5,9	11,4	8,9	52,1	66,9

Centro del carril interior (6)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	14,3	15,3	14,7	93,7	97,0
Luminancia (cd/m²)	0,64	0,79	0,71	80,4	89,8
Iluminancia hemisférica	8,6	9,1	8,9	94,8	97,2

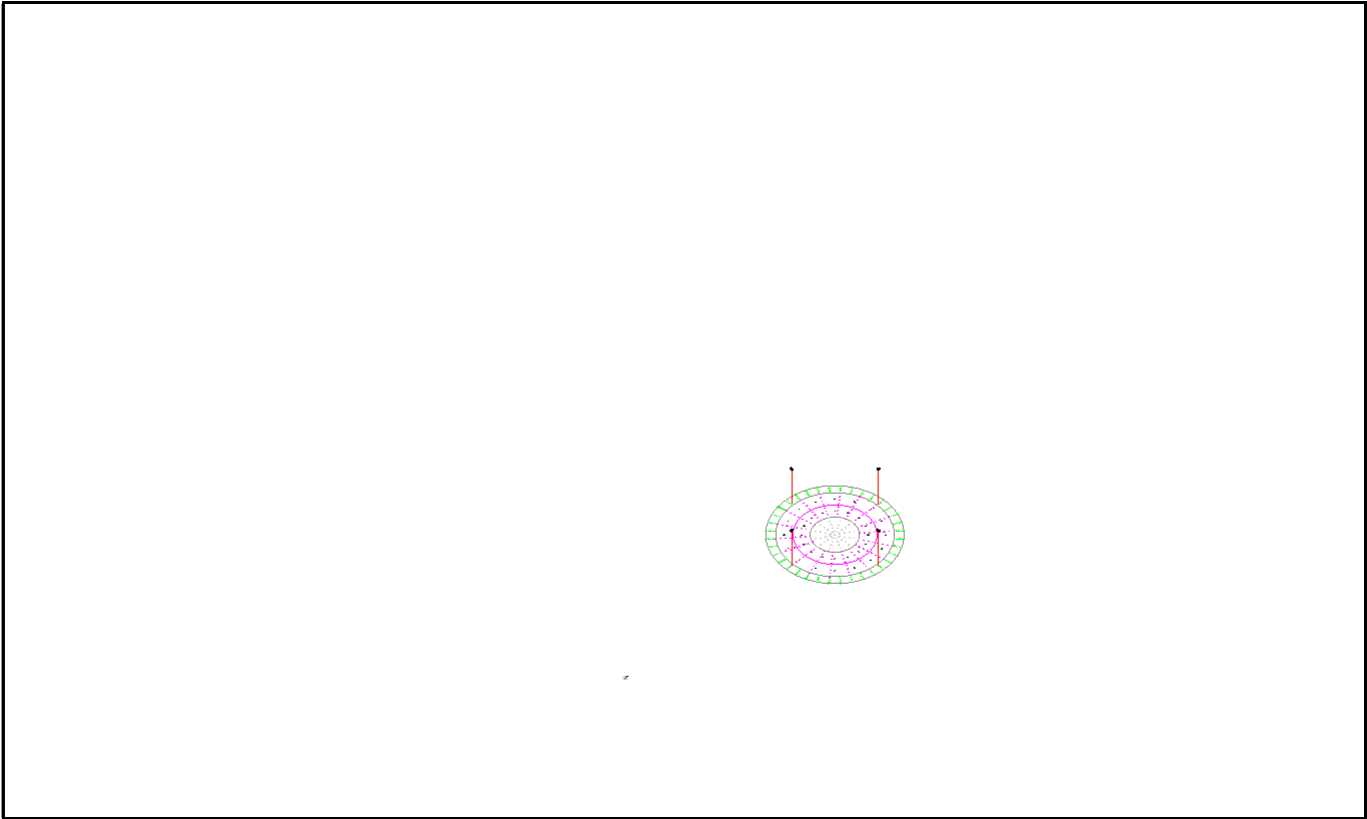
Resumen de los observadores

Observador (1) (Posición : -60,000, 0,000, 1,500)	VL Mínimo [cd/m²] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 0,000, 1,500)	VL Máximo [cd/m²] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 0,000, 1,500)	TI Mínimo [%] :	0,2	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 0,000, 1,500)	TI Máximo [%] :	0,2	Dirección [°] :	0

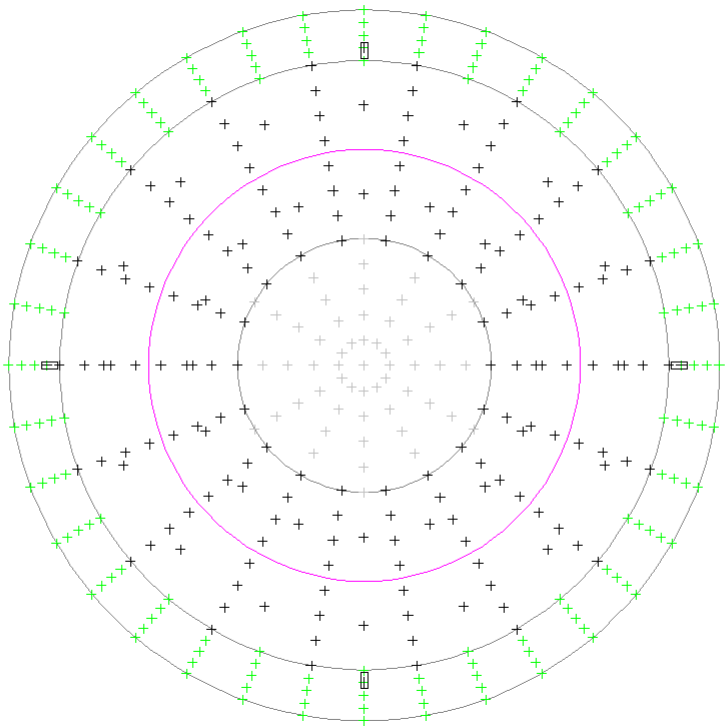
Vista en planta Configuración (1)



Vista en 3D Configuración (1)



Vista actual Configuración (1)





## Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

**Centro de la glorieta (1) : Iluminancia [lux]**

Mín : 12,7 lux

Med (A) 13,3 lux

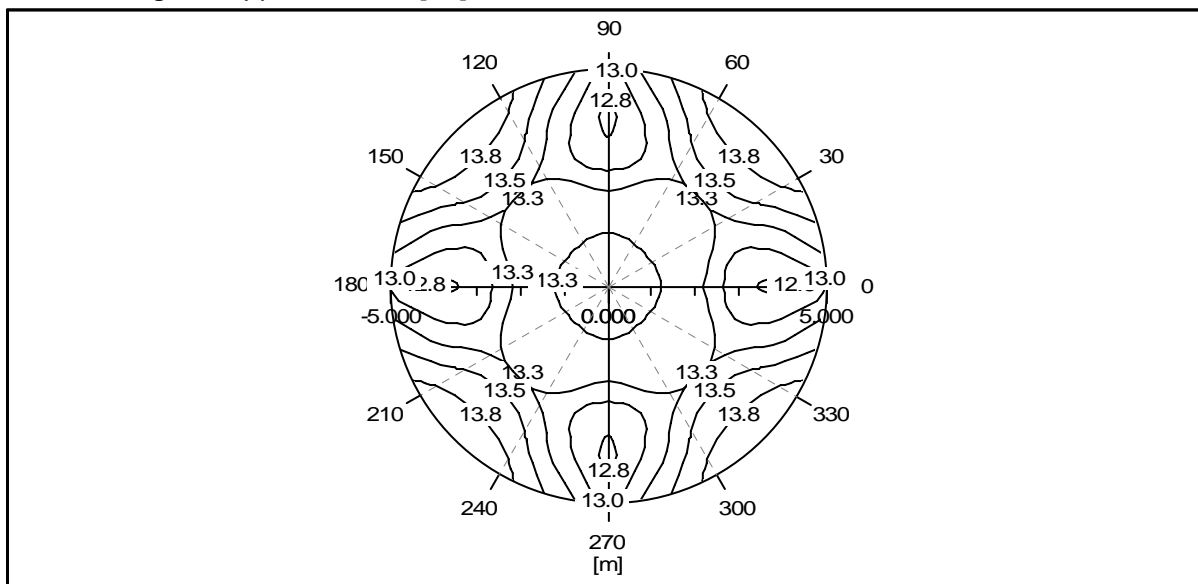
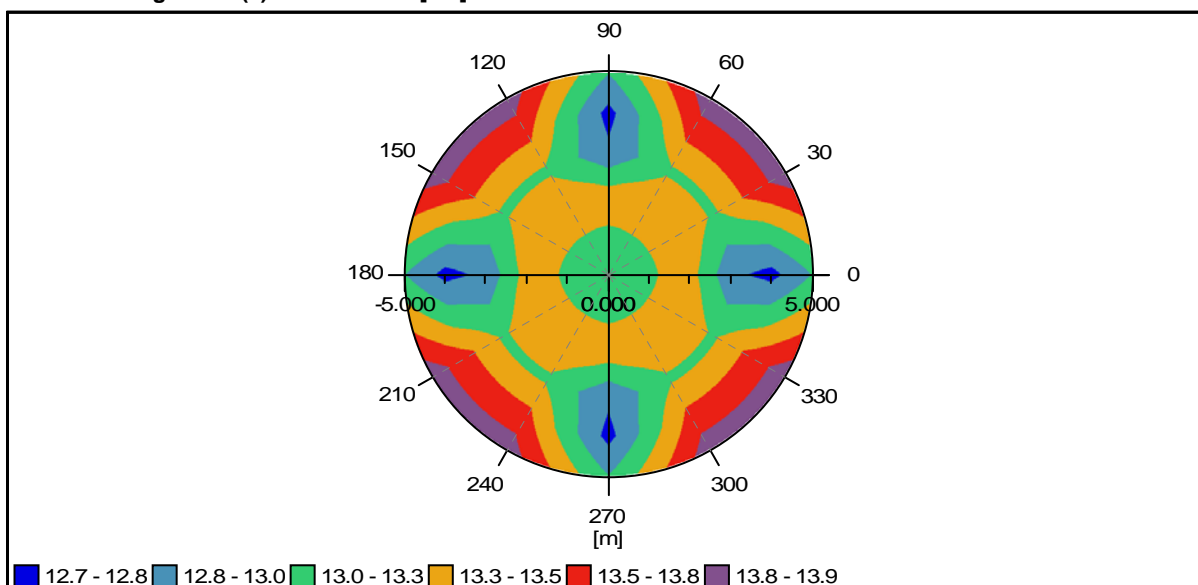
Máx : 13,9 lux

Uo : 95,5 %

Ug : 91,2 %

360,0	13,1	13,2	13,4	12,8	12,7	13,0
330,0	13,1	13,2	13,4	13,2	13,6	13,9
300,0	13,1	13,2	13,4	13,2	13,6	13,9
270,0	13,1	13,2	13,4	12,8	12,7	13,0
240,0	13,1	13,2	13,4	13,2	13,6	13,9
210,0	13,1	13,2	13,4	13,2	13,6	13,9
180,0	13,1	13,2	13,4	12,8	12,7	13,0
150,0	13,1	13,2	13,4	13,2	13,6	13,9
120,0	13,1	13,2	13,4	13,2	13,6	13,9
90,0	13,1	13,2	13,4	12,8	12,7	13,0
60,0	13,1	13,2	13,4	13,2	13,6	13,9
30,0	13,1	13,2	13,4	13,2	13,6	13,9
0,0	13,1	13,2	13,4	12,8	12,7	13,0
a/X	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00

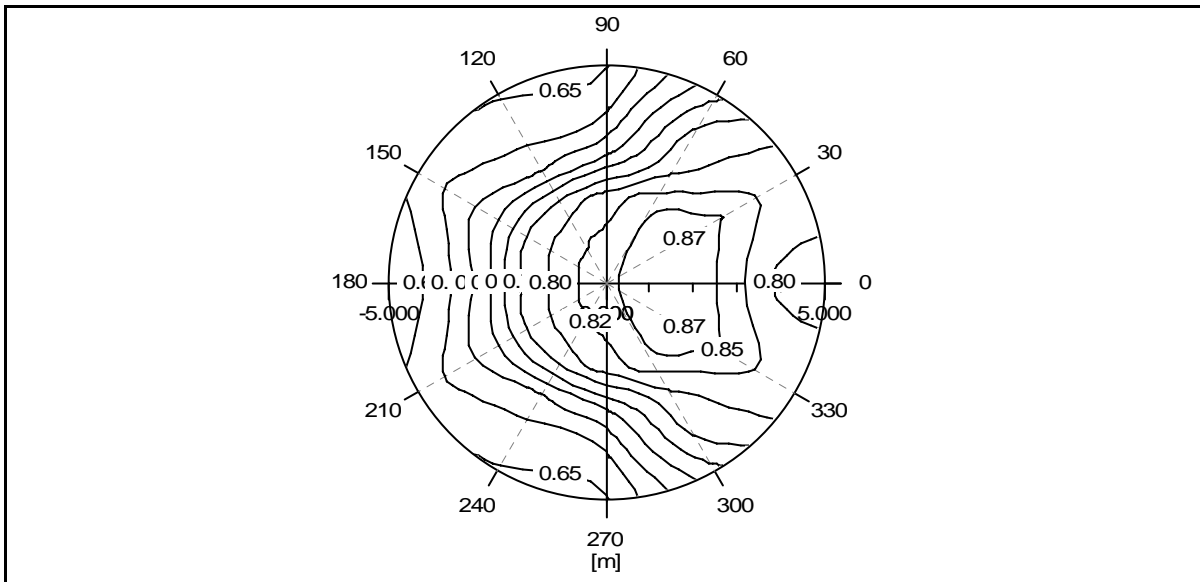
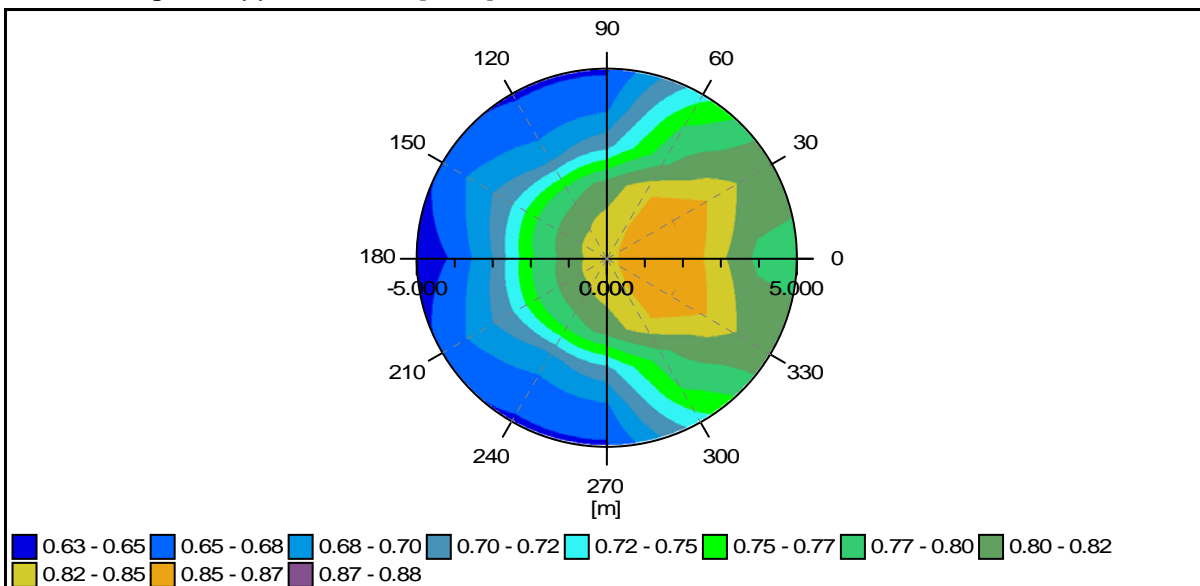
**Centro de la glorieta (1) : Iluminancia [lux]**

**Centro de la glorieta (1) : Iluminancia [lux]**

**Centro de la glorieta (1) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín :  cd/m Med (A)  cd/m<sup>2</sup> Máx :  cd/m<sup>2</sup> Uo :  % Ug :  %

360,0	0,84	0,87	0,87	0,83	0,79	0,78
330,0	0,84	0,86	0,88	0,85	0,82	0,82
300,0	0,84	0,85	0,84	0,79	0,78	0,74
270,0	0,84	0,83	0,81	0,71	0,67	0,65
240,0	0,84	0,82	0,79	0,70	0,66	0,65
210,0	0,84	0,82	0,78	0,71	0,68	0,65
180,0	0,84	0,81	0,77	0,70	0,65	0,63
150,0	0,84	0,82	0,78	0,71	0,68	0,65
120,0	0,84	0,82	0,79	0,70	0,66	0,65
90,0	0,84	0,83	0,81	0,71	0,67	0,65
60,0	0,84	0,85	0,84	0,79	0,78	0,74
30,0	0,84	0,86	0,88	0,85	0,82	0,82
0,0	0,84	0,87	0,87	0,83	0,79	0,78
a/X	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00

**Centro de la glorieta (1) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]****Centro de la glorieta (1) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

**Centro de la glorieta (1) : Ilum. Hemisférica [lux]**

Mín : 7,9 lux

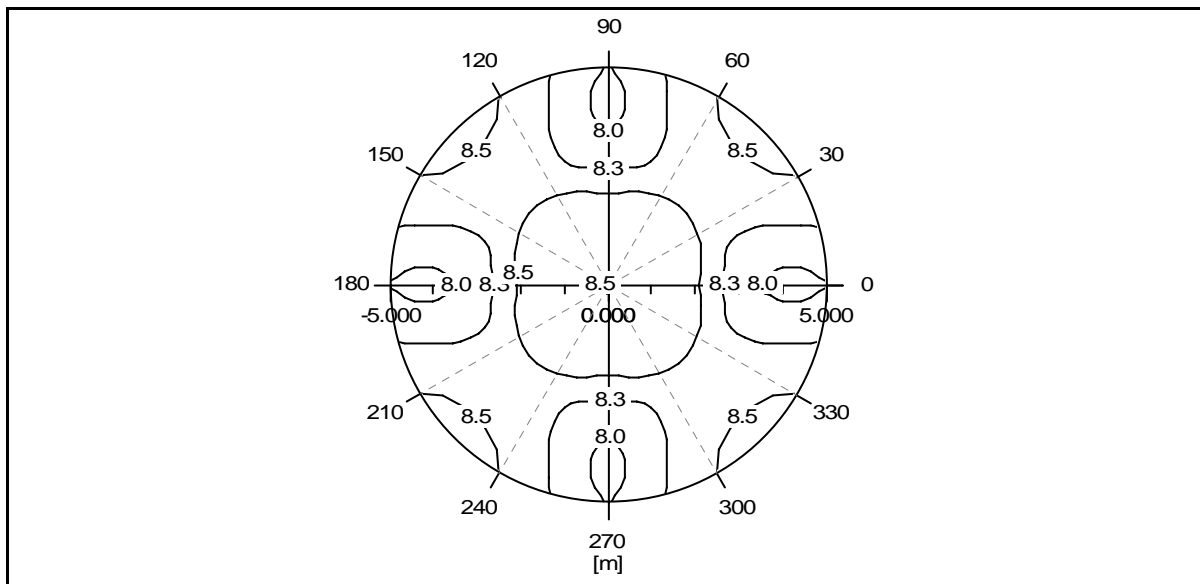
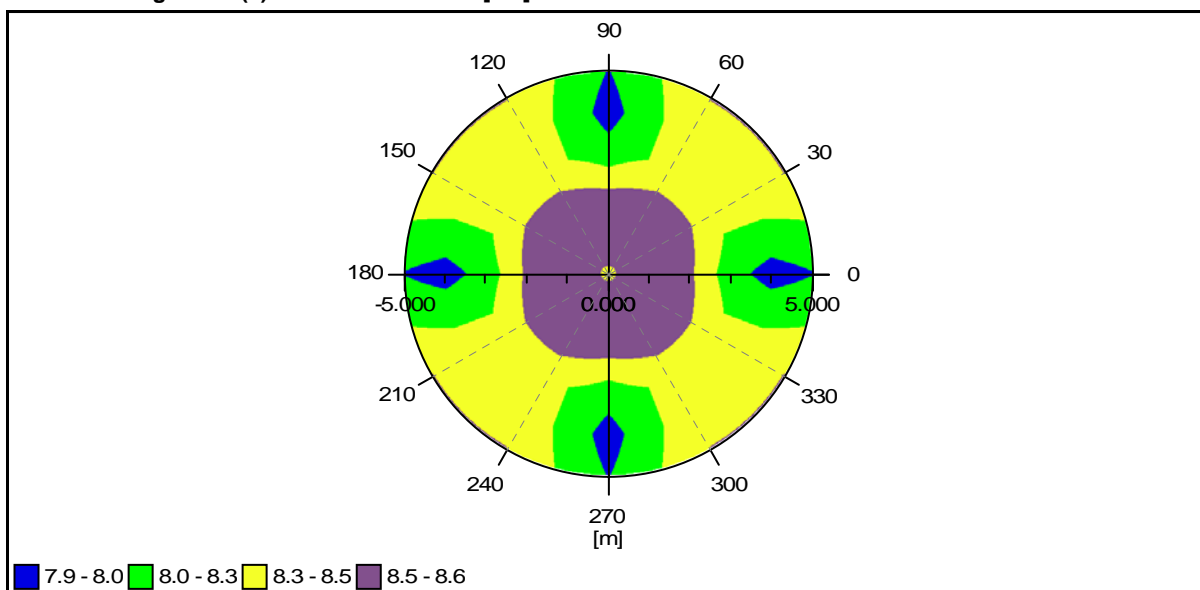
Med (A) 8,4 lux

Máx : 8,6 lux

Uo : 94,1 %

Ug : 92,0 %

360,0	8,5	8,5	8,5	8,1	7,9	8,0
330,0	8,5	8,5	8,6	8,3	8,4	8,5
300,0	8,5	8,5	8,6	8,3	8,4	8,5
270,0	8,5	8,5	8,5	8,1	7,9	8,0
240,0	8,5	8,5	8,6	8,3	8,4	8,5
210,0	8,5	8,5	8,6	8,3	8,4	8,5
180,0	8,5	8,5	8,5	8,1	7,9	8,0
150,0	8,5	8,5	8,6	8,3	8,4	8,5
120,0	8,5	8,5	8,6	8,3	8,4	8,5
90,0	8,5	8,5	8,5	8,1	7,9	8,0
60,0	8,5	8,5	8,6	8,3	8,4	8,5
30,0	8,5	8,5	8,6	8,3	8,4	8,5
0,0	8,5	8,5	8,5	8,1	7,9	8,0
a/X	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00

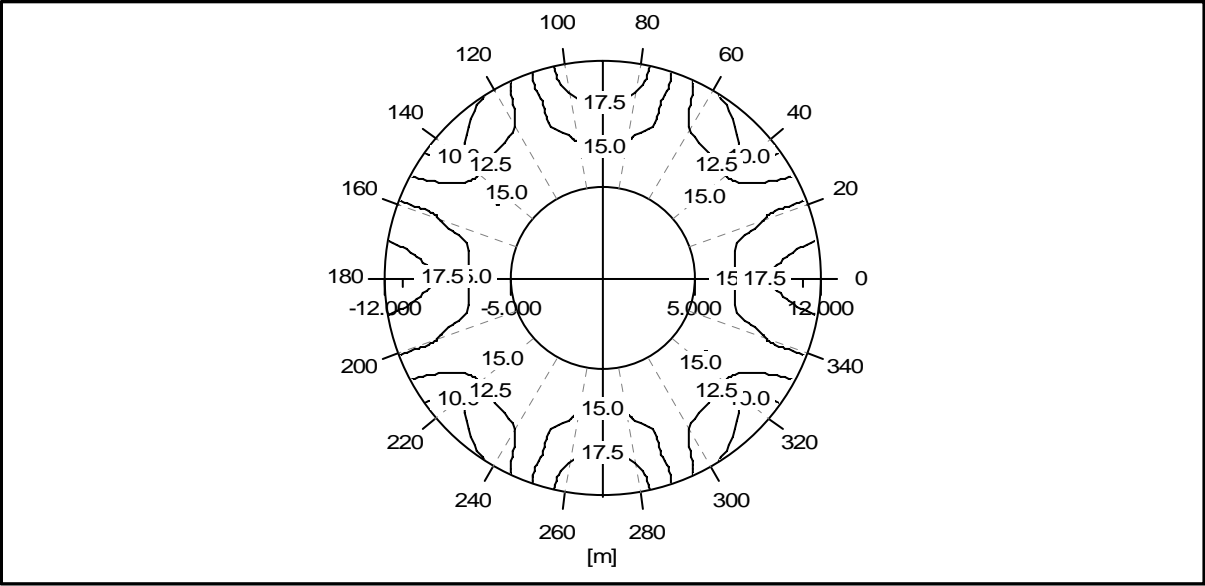
**Centro de la glorieta (1) : Ilum. Hemisférica [lux]****Centro de la glorieta (1) : Ilum. Hemisférica [lux]**

Calzada de la glorieta (2) : Iluminancia [lux]

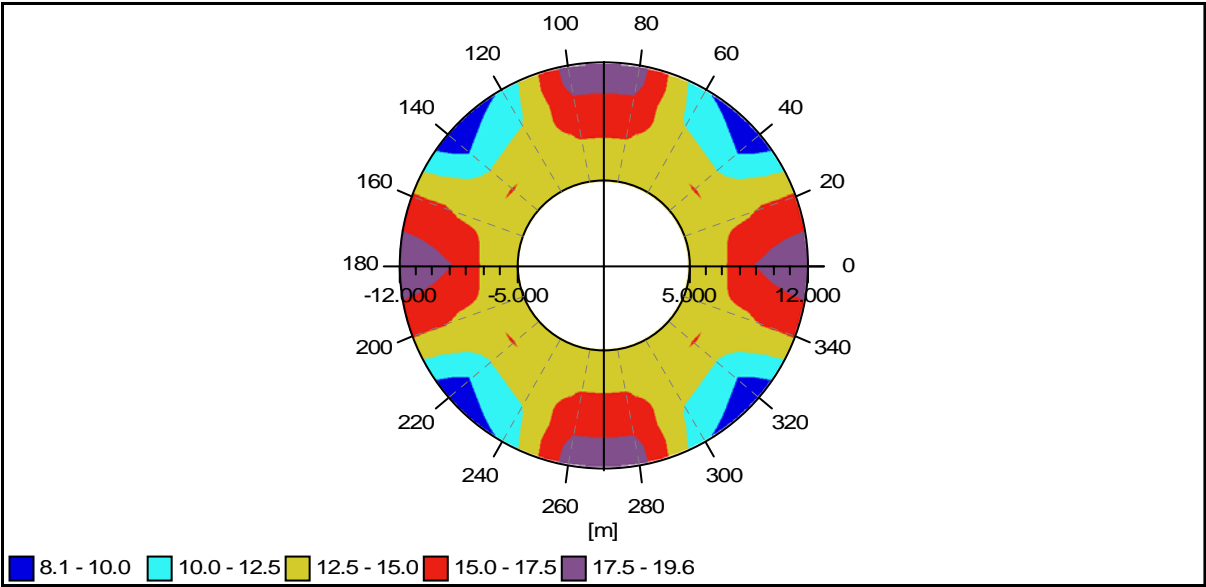
Mín : 8,1 lux    Med (A) : 14,3 lux    Máx : 19,6 lux    Uo : 56,5 %    Ug : 41,3 %

360,0	13,0	13,9	14,4	16,6	17,6	18,4	19,2	19,6
340,0	13,6	13,9	14,7	14,6	14,7	15,3	15,3	15,4
320,0	13,8	14,2	15,1	14,1	11,9	10,4	9,1	8,1
300,0	13,9	14,2	14,6	14,1	13,1	12,0	11,3	10,2
280,0	13,1	13,8	14,7	15,2	16,6	17,2	18,3	18,7
260,0	13,1	13,8	14,7	15,2	16,6	17,2	18,3	18,7
240,0	13,9	14,2	14,6	14,1	13,1	12,0	11,3	10,2
220,0	13,8	14,2	15,1	14,1	11,9	10,4	9,1	8,1
200,0	13,6	13,9	14,7	14,6	14,7	15,3	15,3	15,4
180,0	13,0	13,9	14,4	16,6	17,6	18,4	19,2	19,6
160,0	13,6	13,9	14,7	14,6	14,7	15,3	15,3	15,4
140,0	13,8	14,2	15,1	14,1	11,9	10,4	9,1	8,1
120,0	13,9	14,2	14,6	14,1	13,1	12,0	11,3	10,2
100,0	13,1	13,8	14,7	15,2	16,6	17,2	18,3	18,7
80,0	13,1	13,8	14,7	15,2	16,6	17,2	18,3	18,7
60,0	13,9	14,2	14,6	14,1	13,1	12,0	11,3	10,2
40,0	13,8	14,2	15,1	14,1	11,9	10,4	9,1	8,1
20,0	13,6	13,9	14,7	14,6	14,7	15,3	15,3	15,4
0,0	13,0	13,9	14,4	16,6	17,6	18,4	19,2	19,6
a/X	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00

Calzada de la glorieta (2) : Iluminancia [lux]



Calzada de la glorieta (2) : Iluminancia [lux]

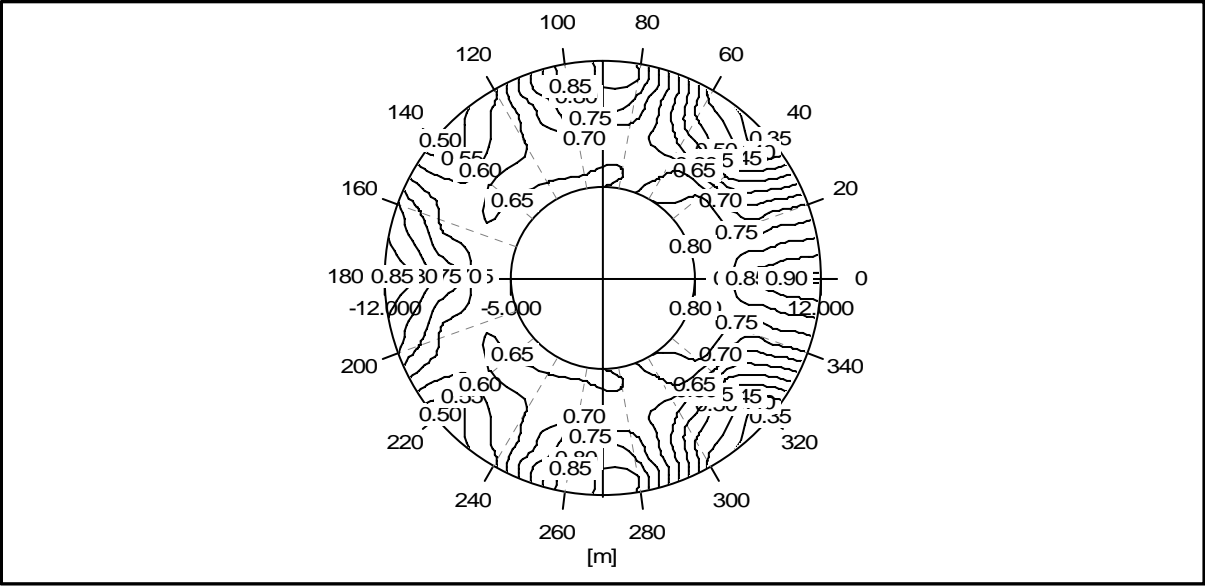


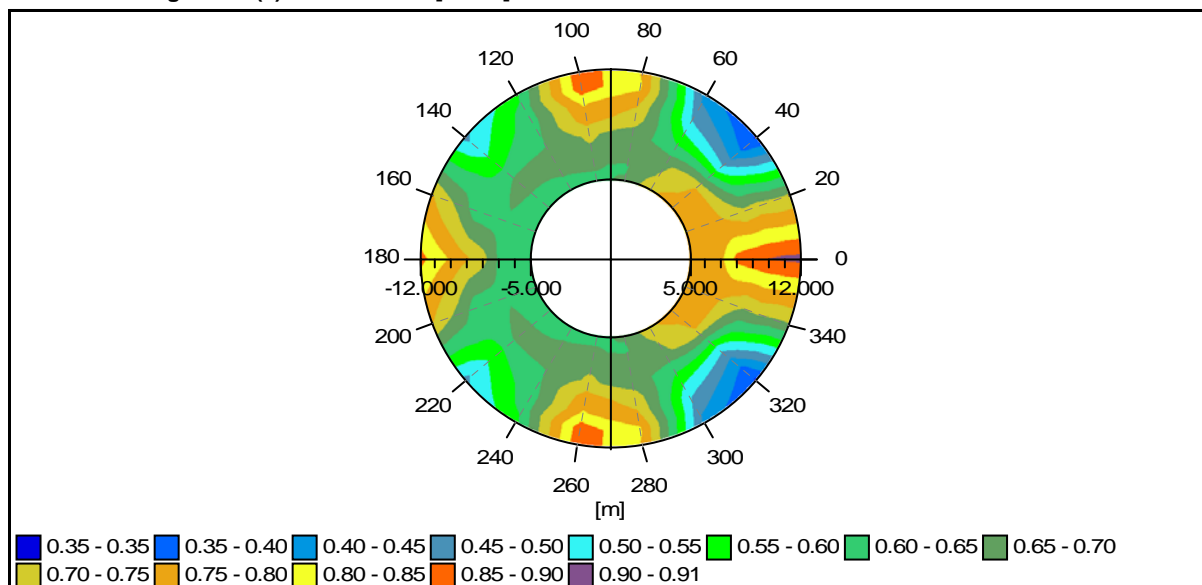
Calzada de la glorieta (2) : Luminancia [cd/m²]

Mín : 0,35 cd/m Med (A) 0,68 cd/m² Máx : 0,91 cd/m² Uo : 50,6 % Ug : 37,9 %

360,0	0,78	0,80	0,79	0,87	0,89	0,90	0,91	0,91
340,0	0,80	0,78	0,77	0,74	0,71	0,72	0,70	0,70
320,0	0,80	0,76	0,75	0,64	0,52	0,44	0,38	0,35
300,0	0,74	0,71	0,69	0,62	0,57	0,51	0,47	0,43
280,0	0,65	0,65	0,67	0,67	0,73	0,76	0,80	0,80
260,0	0,65	0,65	0,69	0,71	0,77	0,80	0,88	0,88
240,0	0,65	0,65	0,67	0,65	0,64	0,62	0,62	0,58
220,0	0,62	0,63	0,67	0,65	0,59	0,56	0,52	0,49
200,0	0,65	0,63	0,64	0,62	0,62	0,68	0,71	0,75
180,0	0,63	0,64	0,64	0,72	0,75	0,79	0,83	0,87
160,0	0,65	0,63	0,64	0,62	0,62	0,68	0,71	0,75
140,0	0,62	0,63	0,67	0,65	0,59	0,56	0,52	0,49
120,0	0,65	0,65	0,67	0,65	0,64	0,62	0,62	0,58
100,0	0,65	0,65	0,69	0,71	0,77	0,80	0,88	0,88
80,0	0,65	0,65	0,67	0,67	0,73	0,76	0,80	0,80
60,0	0,74	0,71	0,69	0,62	0,57	0,51	0,47	0,43
40,0	0,80	0,76	0,75	0,64	0,52	0,44	0,38	0,35
20,0	0,80	0,78	0,77	0,74	0,71	0,72	0,70	0,70
0,0	0,78	0,80	0,79	0,87	0,89	0,90	0,91	0,91
a/X	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00

Calzada de la glorieta (2) : Luminancia [cd/m²]



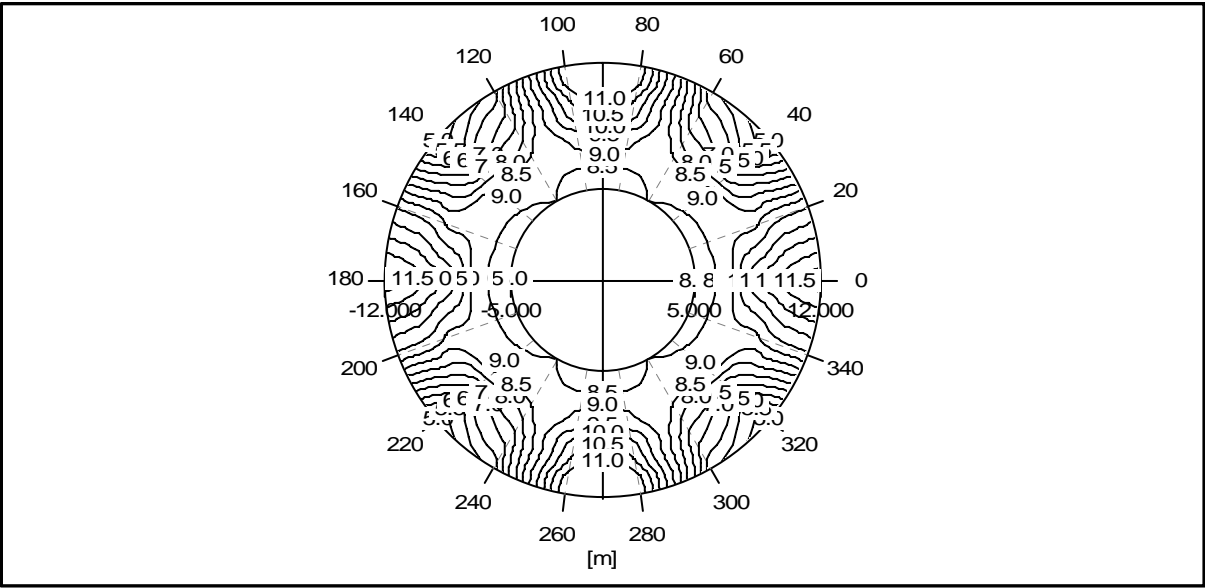
**Calzada de la glorieta (2) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Calzada de la glorieta (2) : Ilum. Hemisférica [lux]

Mín : 4,9 lux    Med (A) 8,7 lux    Máx : 11,9 lux    Uo : 56,6 %    Ug : 41,4 %

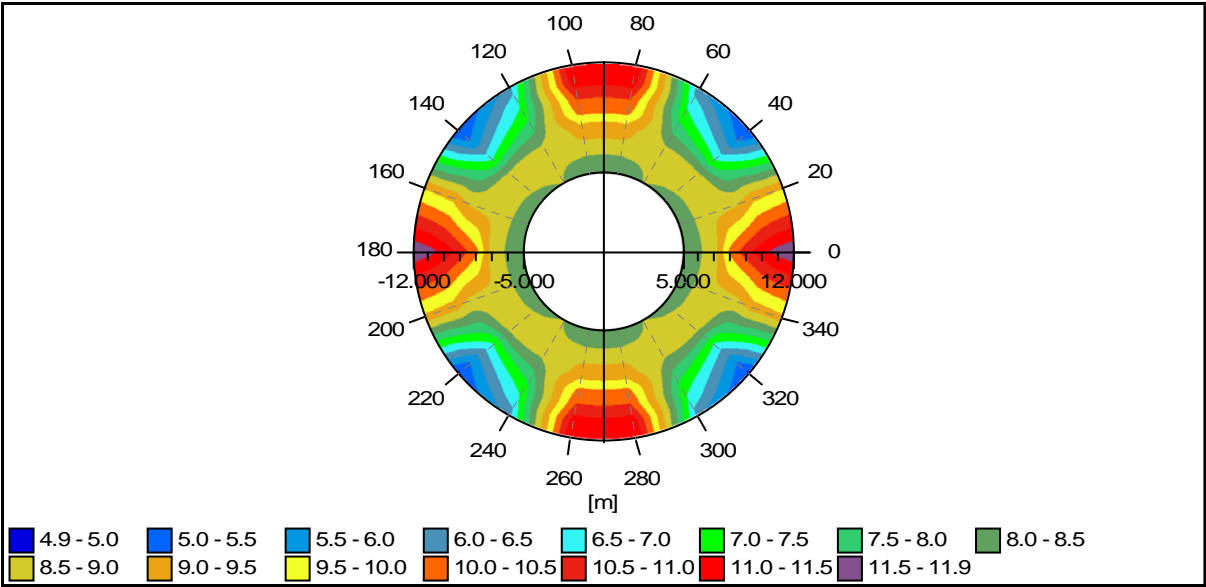
360,0	8,0	8,4	8,7	10,1	10,8	11,3	11,7	11,9
340,0	8,3	8,5	8,9	8,8	8,9	9,3	9,4	9,4
320,0	8,4	8,5	9,0	8,4	7,1	6,2	5,5	4,9
300,0	8,5	8,6	8,8	8,4	7,9	7,2	6,8	6,2
280,0	8,0	8,4	8,9	9,2	10,1	10,6	11,3	11,4
260,0	8,0	8,4	8,9	9,2	10,1	10,6	11,3	11,4
240,0	8,5	8,6	8,8	8,4	7,9	7,2	6,8	6,2
220,0	8,4	8,5	9,0	8,4	7,1	6,2	5,5	4,9
200,0	8,3	8,5	8,9	8,8	8,9	9,3	9,4	9,4
180,0	8,0	8,4	8,7	10,1	10,8	11,3	11,7	11,9
160,0	8,3	8,5	8,9	8,8	8,9	9,3	9,4	9,4
140,0	8,4	8,5	9,0	8,4	7,1	6,2	5,5	4,9
120,0	8,5	8,6	8,8	8,4	7,9	7,2	6,8	6,2
100,0	8,0	8,4	8,9	9,2	10,1	10,6	11,3	11,4
80,0	8,0	8,4	8,9	9,2	10,1	10,6	11,3	11,4
60,0	8,5	8,6	8,8	8,4	7,9	7,2	6,8	6,2
40,0	8,4	8,5	9,0	8,4	7,1	6,2	5,5	4,9
20,0	8,3	8,5	8,9	8,8	8,9	9,3	9,4	9,4
0,0	8,0	8,4	8,7	10,1	10,8	11,3	11,7	11,9
a/X	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00

Calzada de la glorieta (2) : Ilum. Hemisférica [lux]





Calzada de la glorieta (2) : Ilum. Hemisférica [lux]



**Acera de la glorieta (3) : Iluminancia [lux]**

Mín : 6,4 lux

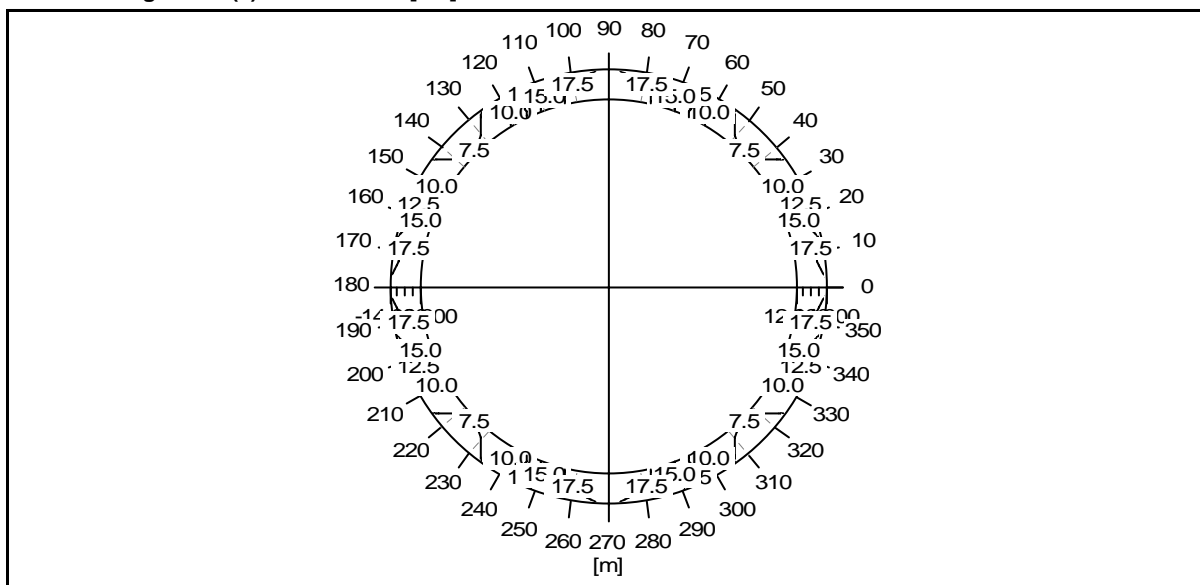
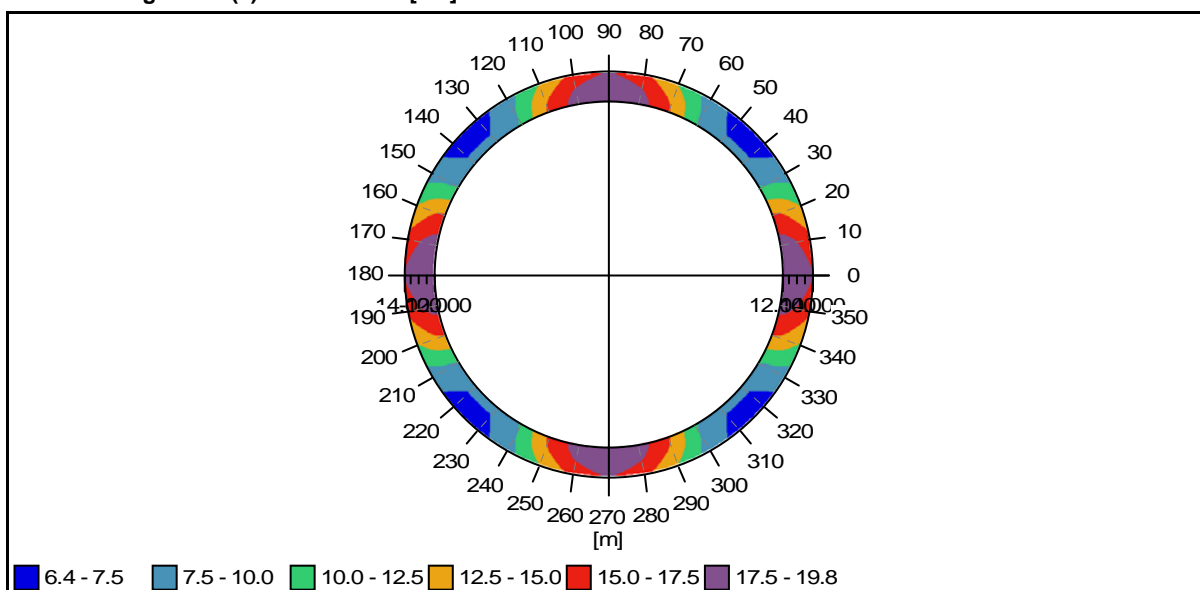
Med (A) 13,0 lux

Máx : 19,8 lux

Uo : 49,3 %

Ug : 32,5 %

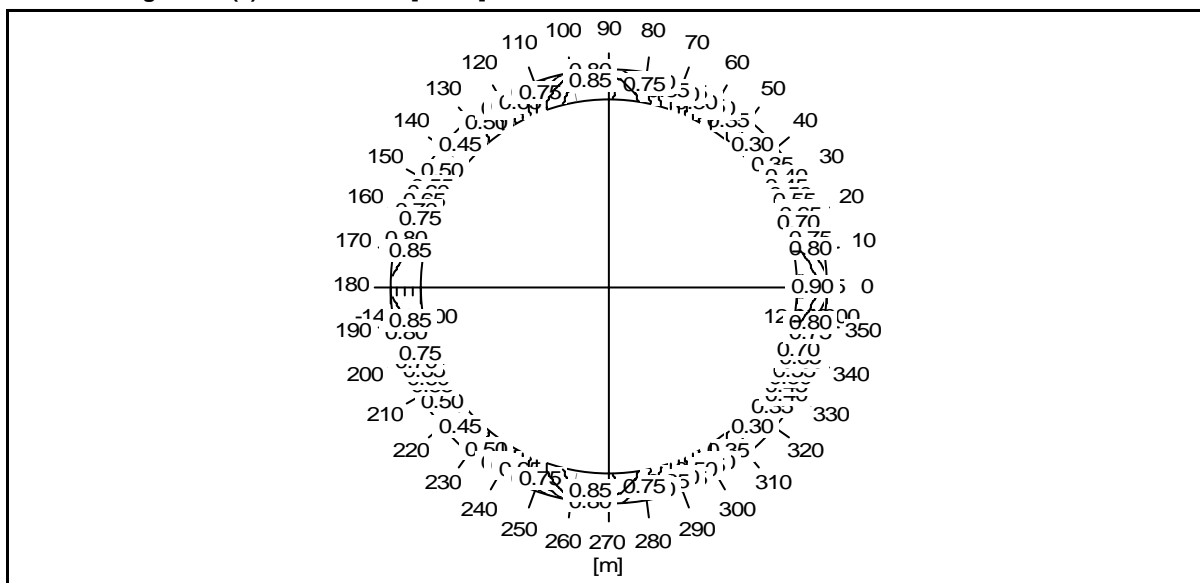
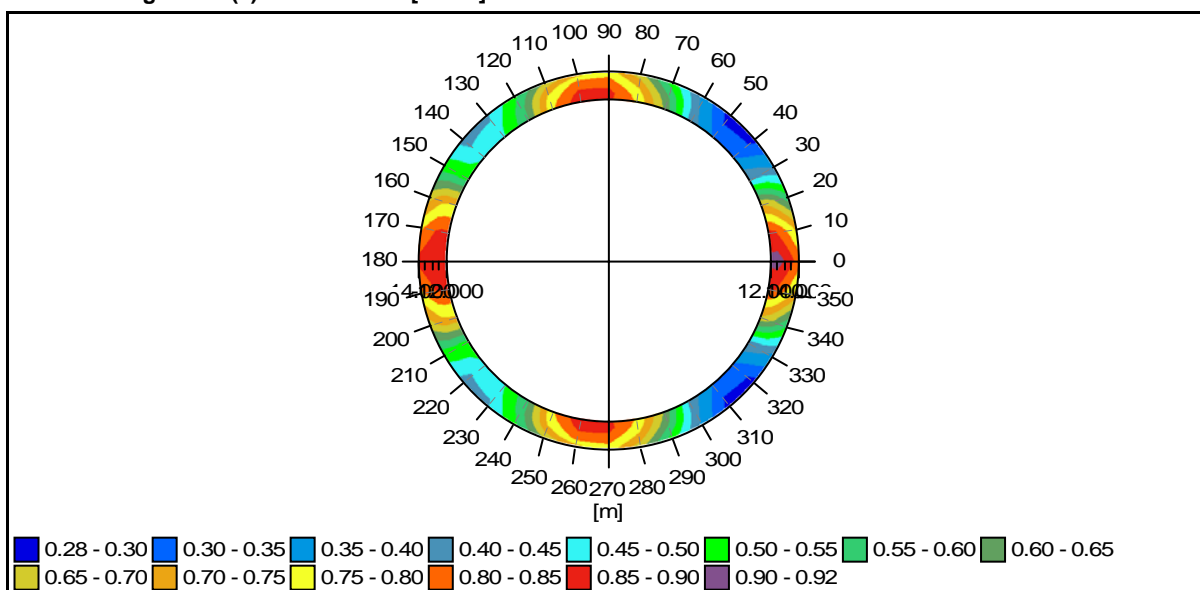
360,0	19,6	19,8	19,3	18,7	17,8
350,0	18,7	18,4	17,7	16,9	15,9
340,0	15,4	15,0	14,4	13,4	12,5
330,0	10,2	9,9	9,6	9,2	8,9
320,0	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4
310,0	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4
300,0	10,2	9,9	9,6	9,2	8,9
290,0	15,4	15,0	14,4	13,4	12,5
280,0	18,7	18,4	17,7	16,9	15,9
270,0	19,6	19,8	19,3	18,7	17,8
260,0	18,7	18,4	17,7	16,9	15,9
250,0	15,4	15,0	14,4	13,4	12,5
240,0	10,2	9,9	9,6	9,2	8,9
230,0	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4
220,0	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4
210,0	10,2	9,9	9,6	9,2	8,9
200,0	15,4	15,0	14,4	13,4	12,5
190,0	18,7	18,4	17,7	16,9	15,9
180,0	19,6	19,8	19,3	18,7	17,8
170,0	18,7	18,4	17,7	16,9	15,9
160,0	15,4	15,0	14,4	13,4	12,5
150,0	10,2	9,9	9,6	9,2	8,9
140,0	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4
130,0	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4
120,0	10,2	9,9	9,6	9,2	8,9
110,0	15,4	15,0	14,4	13,4	12,5
100,0	18,7	18,4	17,7	16,9	15,9
90,0	19,6	19,8	19,3	18,7	17,8
80,0	18,7	18,4	17,7	16,9	15,9
70,0	15,4	15,0	14,4	13,4	12,5
60,0	10,2	9,9	9,6	9,2	8,9
50,0	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4
40,0	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4
30,0	10,2	9,9	9,6	9,2	8,9
20,0	15,4	15,0	14,4	13,4	12,5
10,0	18,7	18,4	17,7	16,9	15,9
0,0	19,6	19,8	19,3	18,7	17,8
a/X	12,00	12,50	13,00	13,50	14,00

**Acera de la glorieta (3) : Iluminancia [lux]****Acera de la glorieta (3) : Iluminancia [lux]**

**Acera de la glorieta (3) : Luminancia [cd/m²]**

Mín : 0,28 cd/m Med (A) 0,62 cd/m² Máx : 0,92 cd/m² Uo : 44,3 % Ug : 30,0 %

360,0	0,91	0,92	0,90	0,86	0,83
350,0	0,87	0,85	0,82	0,78	0,74
340,0	0,70	0,68	0,66	0,61	0,57
330,0	0,45	0,43	0,43	0,41	0,40
320,0	0,35	0,33	0,31	0,30	0,29
310,0	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28
300,0	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39
290,0	0,64	0,63	0,60	0,56	0,53
280,0	0,80	0,78	0,75	0,72	0,67
270,0	0,86	0,87	0,85	0,81	0,78
260,0	0,88	0,87	0,85	0,82	0,74
250,0	0,79	0,78	0,76	0,71	0,66
240,0	0,58	0,57	0,57	0,55	0,54
230,0	0,49	0,49	0,47	0,45	0,44
220,0	0,49	0,46	0,45	0,44	0,43
210,0	0,55	0,54	0,54	0,53	0,53
200,0	0,75	0,75	0,74	0,71	0,67
190,0	0,85	0,86	0,85	0,82	0,79
180,0	0,87	0,89	0,89	0,88	0,87
170,0	0,85	0,86	0,85	0,82	0,79
160,0	0,75	0,75	0,74	0,71	0,67
150,0	0,55	0,54	0,54	0,53	0,53
140,0	0,49	0,46	0,45	0,44	0,43
130,0	0,49	0,49	0,47	0,45	0,44
120,0	0,58	0,57	0,57	0,55	0,54
110,0	0,79	0,78	0,76	0,71	0,66
100,0	0,88	0,87	0,85	0,82	0,74
90,0	0,86	0,87	0,85	0,81	0,78
80,0	0,80	0,78	0,75	0,72	0,67
70,0	0,64	0,63	0,60	0,56	0,53
60,0	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39
50,0	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28
40,0	0,35	0,33	0,31	0,30	0,29
30,0	0,45	0,43	0,43	0,41	0,40
20,0	0,70	0,68	0,66	0,61	0,57
10,0	0,87	0,85	0,82	0,78	0,74
0,0	0,91	0,92	0,90	0,86	0,83
a/X	12,00	12,50	13,00	13,50	14,00

**Acera de la glorieta (3) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]****Acera de la glorieta (3) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

**Acera de la glorieta (3) : Ilum. Hemisférica [lux]**

Mín : 4,0 lux

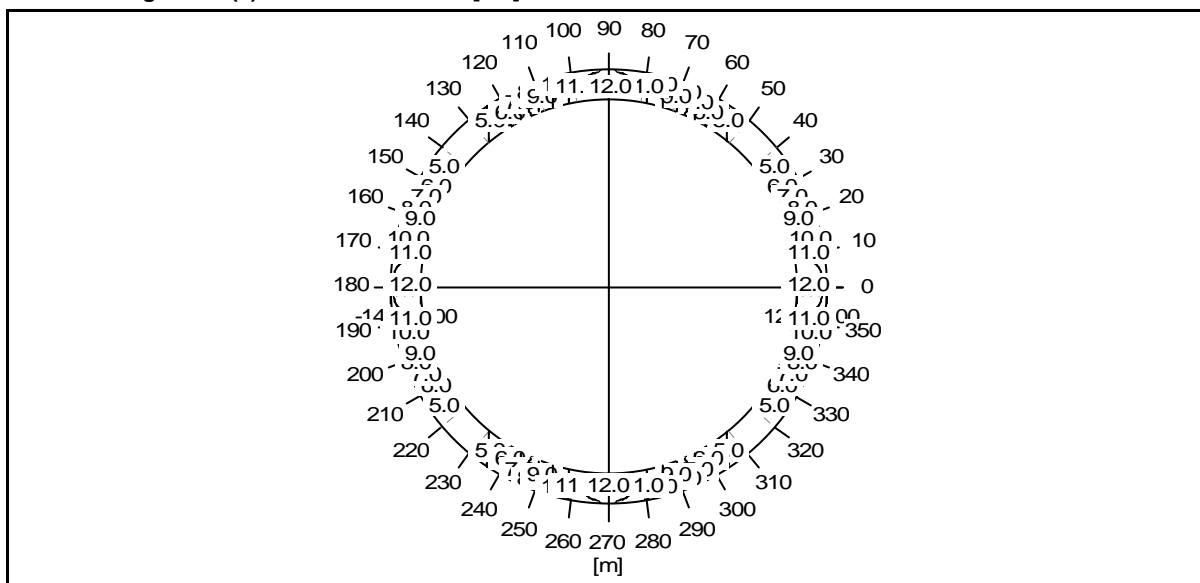
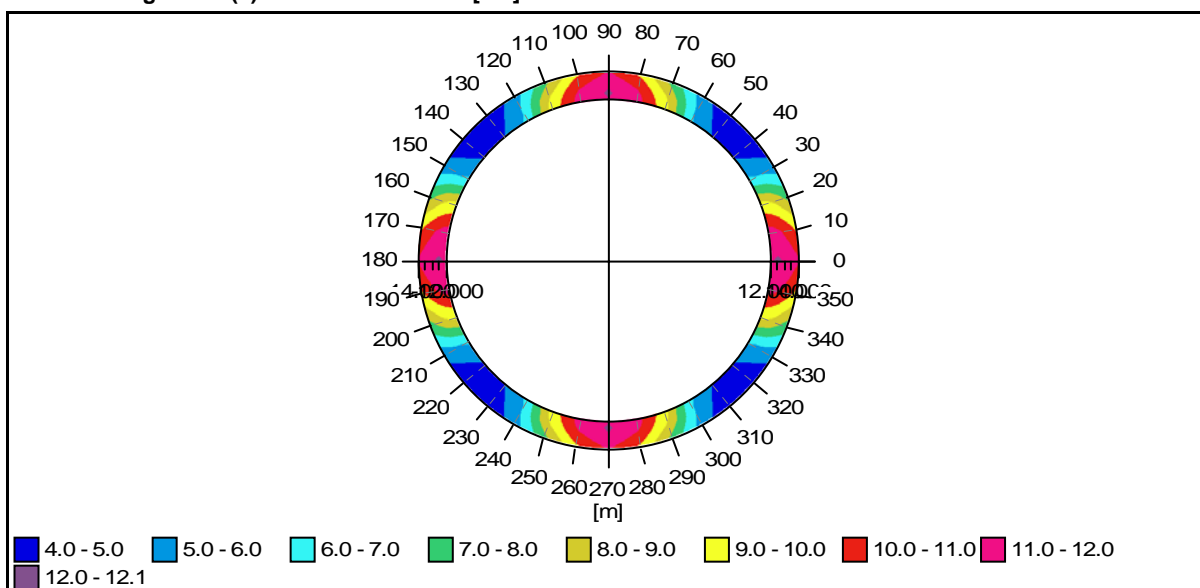
Med (A) 8,0 lux

Máx : 12,1 lux

Uo : 50,1 %

Ug : 33,1 %

360,0	11,9	12,1	11,9	11,5	11,1
350,0	11,4	11,3	10,9	10,4	9,9
340,0	9,4	9,2	8,8	8,2	7,7
330,0	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5
320,0	4,9	4,7	4,4	4,2	4,0
310,0	4,9	4,7	4,4	4,2	4,0
300,0	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5
290,0	9,4	9,2	8,8	8,2	7,7
280,0	11,4	11,3	10,9	10,4	9,9
270,0	11,9	12,1	11,9	11,5	11,1
260,0	11,4	11,3	10,9	10,4	9,9
250,0	9,4	9,2	8,8	8,2	7,7
240,0	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5
230,0	4,9	4,7	4,4	4,2	4,0
220,0	4,9	4,7	4,4	4,2	4,0
210,0	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5
200,0	9,4	9,2	8,8	8,2	7,7
190,0	11,4	11,3	10,9	10,4	9,9
180,0	11,9	12,1	11,9	11,5	11,1
170,0	11,4	11,3	10,9	10,4	9,9
160,0	9,4	9,2	8,8	8,2	7,7
150,0	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5
140,0	4,9	4,7	4,4	4,2	4,0
130,0	4,9	4,7	4,4	4,2	4,0
120,0	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5
110,0	9,4	9,2	8,8	8,2	7,7
100,0	11,4	11,3	10,9	10,4	9,9
90,0	11,9	12,1	11,9	11,5	11,1
80,0	11,4	11,3	10,9	10,4	9,9
70,0	9,4	9,2	8,8	8,2	7,7
60,0	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5
50,0	4,9	4,7	4,4	4,2	4,0
40,0	4,9	4,7	4,4	4,2	4,0
30,0	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5
20,0	9,4	9,2	8,8	8,2	7,7
10,0	11,4	11,3	10,9	10,4	9,9
0,0	11,9	12,1	11,9	11,5	11,1
a/X	12,00	12,50	13,00	13,50	14,00

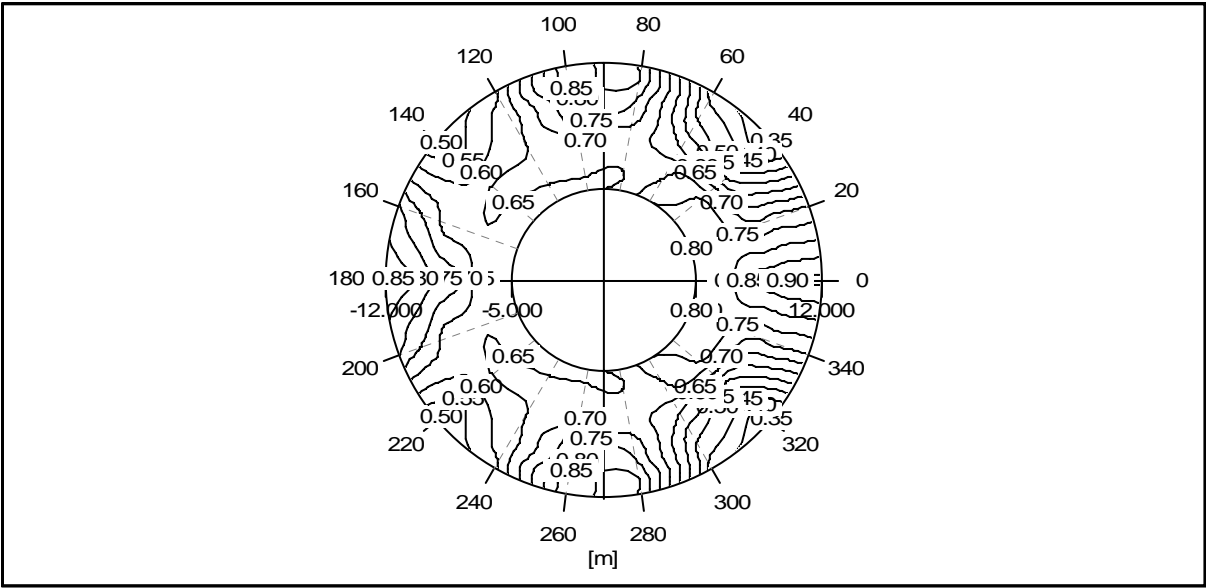
**Acera de la glorieta (3) : Ilum. Hemisférica [lux]****Acera de la glorieta (3) : Ilum. Hemisférica [lux]**

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]

Mín : 0,35 cd/m Med (A) 0,68 cd/m² Máx : 0,91 cd/m² Uo : 50,6 % Ug : 37,9 %

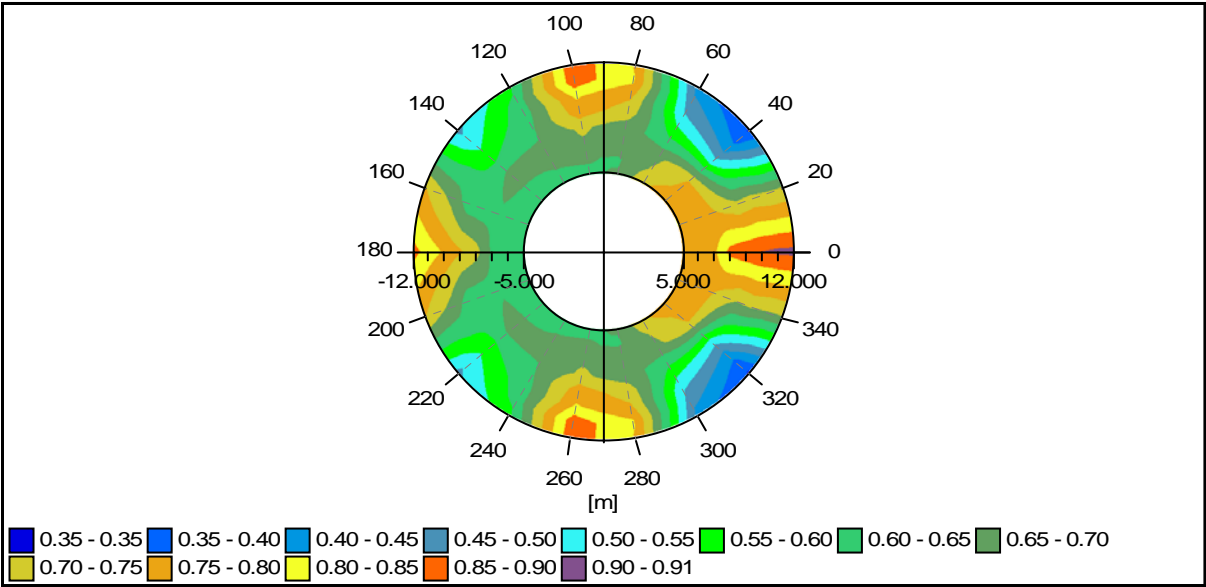
360,0	0,78	0,80	0,79	0,87	0,89	0,90	0,91	0,91
340,0	0,80	0,78	0,77	0,74	0,71	0,72	0,70	0,70
320,0	0,80	0,76	0,75	0,64	0,52	0,44	0,38	0,35
300,0	0,74	0,71	0,69	0,62	0,57	0,51	0,47	0,43
280,0	0,65	0,65	0,67	0,67	0,73	0,76	0,80	0,80
260,0	0,65	0,65	0,69	0,71	0,77	0,80	0,88	0,88
240,0	0,65	0,65	0,67	0,65	0,64	0,62	0,62	0,58
220,0	0,62	0,63	0,67	0,65	0,59	0,56	0,52	0,49
200,0	0,65	0,63	0,64	0,62	0,62	0,68	0,71	0,75
180,0	0,63	0,64	0,64	0,72	0,75	0,79	0,83	0,87
160,0	0,65	0,63	0,64	0,62	0,62	0,68	0,71	0,75
140,0	0,62	0,63	0,67	0,65	0,59	0,56	0,52	0,49
120,0	0,65	0,65	0,67	0,65	0,64	0,62	0,62	0,58
100,0	0,65	0,65	0,69	0,71	0,77	0,80	0,88	0,88
80,0	0,65	0,65	0,67	0,67	0,73	0,76	0,80	0,80
60,0	0,74	0,71	0,69	0,62	0,57	0,51	0,47	0,43
40,0	0,80	0,76	0,75	0,64	0,52	0,44	0,38	0,35
20,0	0,80	0,78	0,77	0,74	0,71	0,72	0,70	0,70
0,0	0,78	0,80	0,79	0,87	0,89	0,90	0,91	0,91
a/X	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]





Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



**Centro del carril exterior (5) : Iluminancia [lux]**

Mín : 9,9 lux

Med (A) 14,6 lux

Máx : 18,6 lux

Uo : 67,9 %

Ug : 53,2 %

360,0	18,6
337,5	14,4
315,0	9,9
292,5	14,4
270,0	18,6
247,5	14,4
225,0	9,9
202,5	14,4
180,0	18,6
157,5	14,4
135,0	9,9
112,5	14,4
90,0	18,6
67,5	14,4
45,0	9,9
22,5	14,4
0,0	18,6
a/X	10,25

**Centro del carril exterior (5) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín : 0,42 cd/m Med (A) 0,67 cd/m<sup>2</sup> Máx : 0,90 cd/m<sup>2</sup> Uo : 62,4 % Ug : 46,8 %

360,0	0,90
337,5	0,67
315,0	0,42
292,5	0,61
270,0	0,83
247,5	0,73
225,0	0,54
202,5	0,64
180,0	0,80
157,5	0,64
135,0	0,54
112,5	0,73
90,0	0,83
67,5	0,61
45,0	0,42
22,5	0,67
0,0	0,90
a/X	10,25

**Centro del carril exterior (5) : Ilum. Hemisférica [lux]**

Mín : 5,9 lux

Med (A) 8,9 lux

Máx : 11,4 lux

Uo : 66,9 %

Ug : 52,1 %

360,0	11,4
337,5	8,8
315,0	5,9
292,5	8,8
270,0	11,4
247,5	8,8
225,0	5,9
202,5	8,8
180,0	11,4
157,5	8,8
135,0	5,9
112,5	8,8
90,0	11,4
67,5	8,8
45,0	5,9
22,5	8,8
0,0	11,4
a/X	10,25

**Centro del carril interior (6) : Iluminancia [lux]**

Mín : 14,3 lux

Med (A) 14,7 lux

Máx : 15,3 lux

Uo : 97,0 %

Ug : 93,7 %

360,0	14,3
337,5	14,8
315,0	15,3
292,5	14,8
270,0	14,3
247,5	14,8
225,0	15,3
202,5	14,8
180,0	14,3
157,5	14,8
135,0	15,3
112,5	14,8
90,0	14,3
67,5	14,8
45,0	15,3
22,5	14,8
0,0	14,3
a/X	6,75

**Centro del carril interior (6) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín : 0,64 cd/m Med (A) 0,71 cd/m<sup>2</sup> Máx : 0,79 cd/m<sup>2</sup> Uo : 89,8 % Ug : 80,4 %

360,0	0,79
337,5	0,77
315,0	0,77
292,5	0,68
270,0	0,67
247,5	0,69
225,0	0,68
202,5	0,65
180,0	0,64
157,5	0,65
135,0	0,68
112,5	0,69
90,0	0,67
67,5	0,68
45,0	0,77
22,5	0,77
0,0	0,79
a/X	6,75

**Centro del carril interior (6) : Ilum. Hemisférica [lux]**

Mín : 8,6 lux

Med (A) 8,9 lux

Máx : 9,1 lux

Uo : 97,2 %

Ug : 94,8 %


360,0	8,6
337,5	8,9
315,0	9,1
292,5	8,9
270,0	8,6
247,5	8,9
225,0	9,1
202,5	8,9
180,0	8,6
157,5	8,9
135,0	9,1
112,5	8,9
90,0	8,6
67,5	8,9
45,0	9,1
22,5	8,9
0,0	8,6
a/X	6,75

Información general (Contin.)

Detalles de las configuraciones

• Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
971755	Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/70/Pos. C3	6,6	0,91	

Detalles de los grupos

Circular															
Nº	Principio				Luminaria				Geometría						
	X	Y	H	Offset	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Cantida	Paso	Rot	Pendie	Inclina
1	0,000	0,000	10,000	12,300	971755	270	0,0	0,0	1	1,000	4	90,0	0,0	0,0	0,0



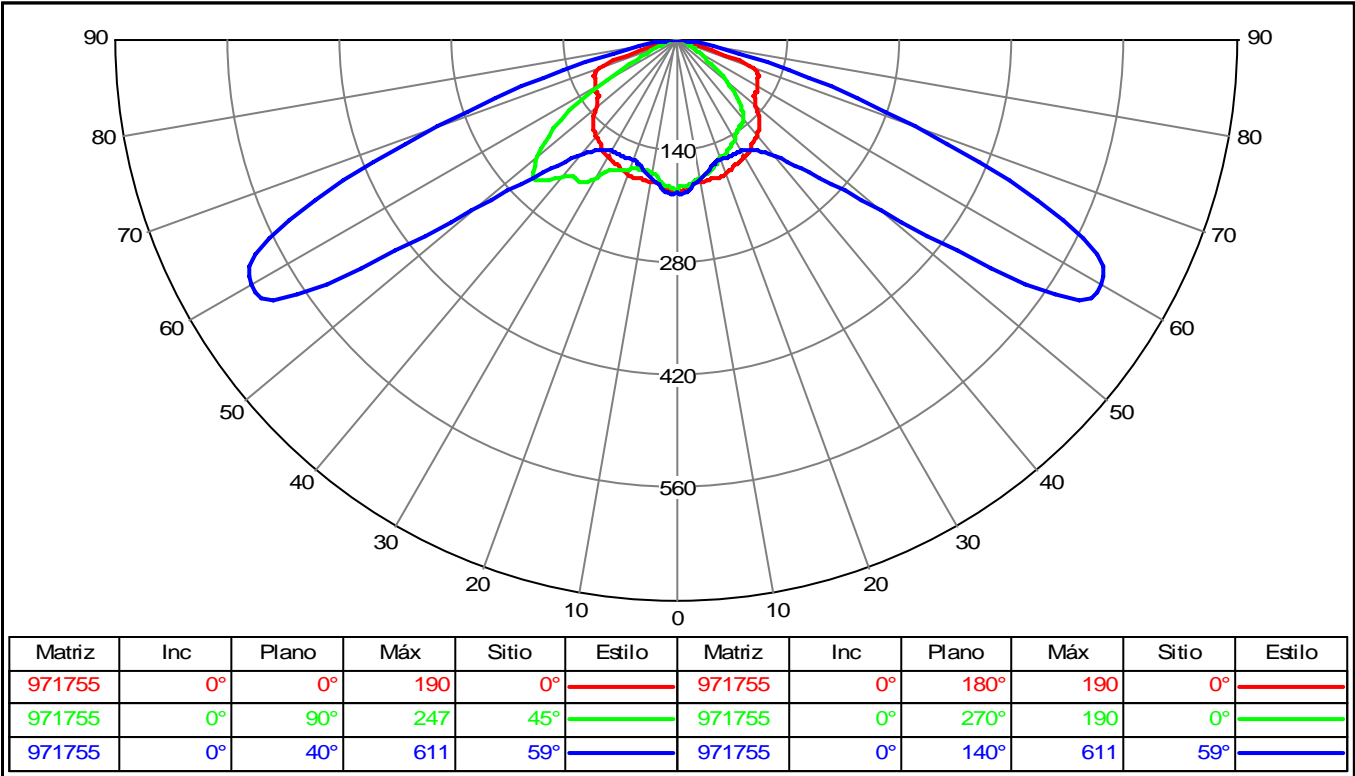
Documentos fotométricos

971755

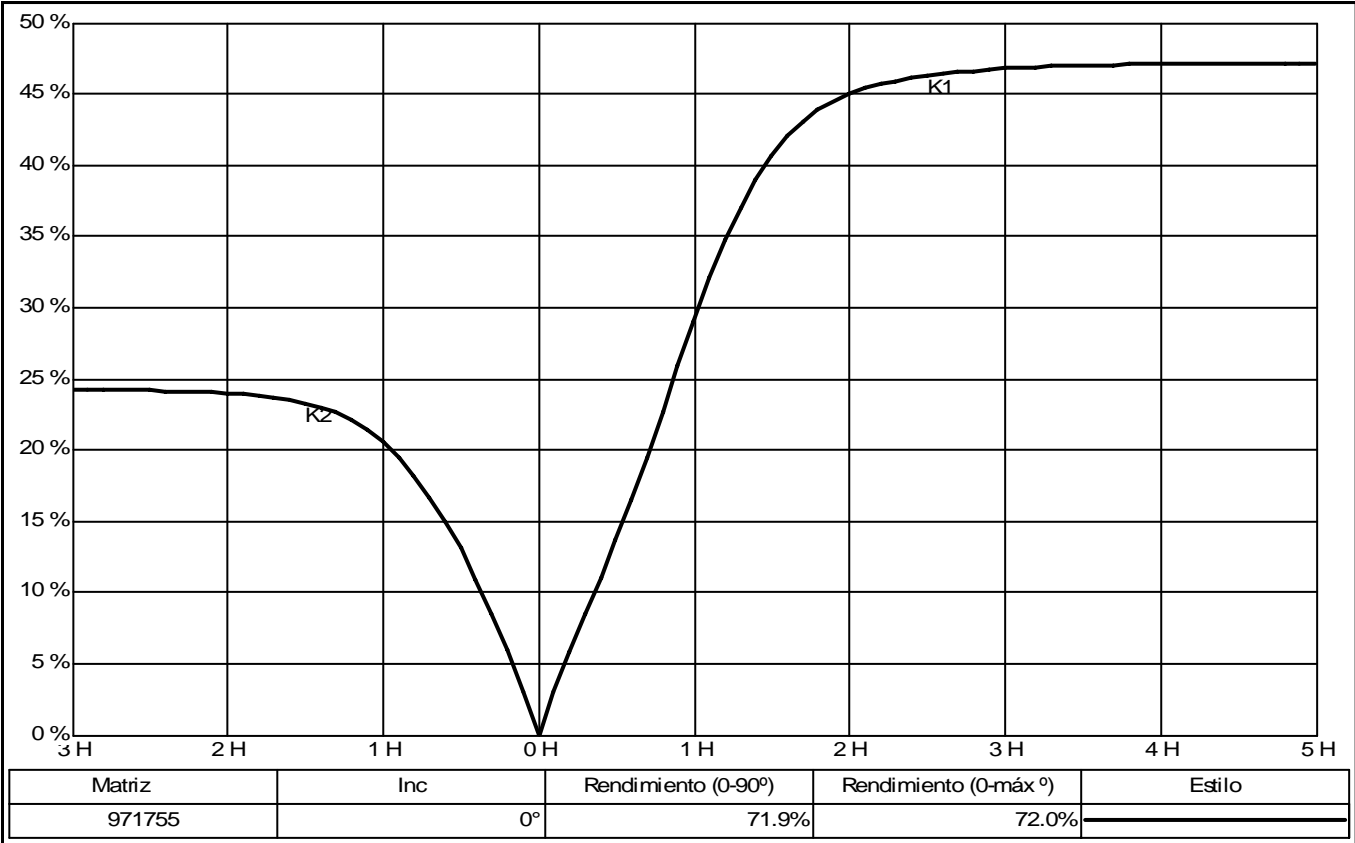


Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/70/Pos. C3

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... \Alumbrado\AP\_D2\_Calculos\_Vial-G.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Carril oeste (1)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Carril este (2)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Calzada (3)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

**Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Malla principal (TI) (4)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Centro del carril oeste (5)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : **• Centro del carril este (6)**

**General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : • **Acera oeste (7)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : • **Acera este (8)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X : Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Luminancia : ☒

**Posición del**Móvil : ☐dX : dY : dZ : **Superficie de la**Tabla R : Qo : **• Fondo de saco (9)****General**Tipo : Activado : ☒Máscaras ☒Color : **Geometría****Posición de**X : Y : Z : **Tamaño**Nº X : Interdistancia Tamaño X : Nº Y : Interdistancia Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐X : Y : Z : **Superficie de la**Tabla R : Qo : **• Acera norte fondo de saco (11)****General**Tipo : Activado : ☒Máscaras ☒Color : **Geometría****Posición de**X : Y : Z : **Tamaño**Nº X : Interdistancia Tamaño X : Nº Y : Interdistancia Tamaño Y : **Orientación**Rotación : Pendiente : Inclinación : **Cálculo**Iluminancia : ☒Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐X : Y : Z : **Superficie de la**Tabla R : Qo : **• Acera este fondo de saco (12)****General**Tipo : Activado : ☒Máscaras ☒Color :

**Geometría****Posición de**

X : 29,000 Y : 21,500 Z : 0,000

**Tamaño**Nº X : 11 Interdistancia 1,650 Tamaño X : 16,500  
Nº Y : 3 Interdistancia 1,000 Tamaño Y : 2,000**Orientación**

Rotación : 353 Pendiente : 0 Inclinación : 0

**Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Normal  
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X : -60,000 Y : 3,500 Z : 1,500**Superficie de la**

Tabla R : R2007 Qo : 0,07

• **Acera sur fondo de saco (13)****General**Tipo : Rectangular Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**

X : 40,000 Y : -2,500 Z : 0,000

**Tamaño**Nº X : 13 Interdistancia 2,000 Tamaño X : 24,000  
Nº Y : 3 Interdistancia 1,000 Tamaño Y : 2,000**Orientación**

Rotación : 77 Pendiente : 0 Inclinación : 0

**Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : Normal  
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X : -60,000 Y : 3,500 Z : 1,500**Superficie de la**

Tabla R : R2007 Qo : 0,07

• **Acera oeste fondo de saco (14)****General**Tipo : Rectangular Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**

X : 29,000 Y : -2,500 Z : 0,000

**Tamaño**Nº X : 5 Interdistancia 2,750 Tamaño X : 11,000  
Nº Y : 4 Interdistancia 0,833 Tamaño Y : 2,499

**Cálculo**Iluminancia : ☒Faceta : Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐X : Y : Z : **Superficie de la**Tabla R : Qo : **Resumen****Resumen sobre las mallas**

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Carril oeste (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,1	27,4	12,7	18,5	40,0
Luminancia (cd/m²)	0,59	1,30	0,90	45,2	65,6

Carril este (2)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	8,7	25,6	13,6	33,8	63,5
Luminancia (cd/m²)	0,54	1,17	0,85	45,9	63,1

Calzada (3)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,1	27,4	12,8	18,5	39,7
Luminancia (cd/m²)	0,54	1,30	0,85	41,2	62,9

Malla principal (TI) (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,54	1,30	0,85	41,3	63,1

Centro del carril oeste (5)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	8,3	25,8	14,2	32,4	58,9
Luminancia (cd/m²)	0,81	1,25	0,96	64,4	84,2

Centro del carril este (6)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	11,4	20,3	14,9	56,2	76,8
Luminancia (cd/m²)	0,75	1,03	0,86	72,7	86,4

Acera oeste (7)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	3,4	18,2	7,9	18,5	42,7
Luminancia (cd/m²)	0,33	0,90	0,54	36,9	61,2

Acera este (8)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,3	13,8	8,7	38,5	61,0
Luminancia (cd/m²)	0,34	0,97	0,57	35,3	59,7

Fondo de saco (9)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	3,8	26,6	13,5	14,5	28,5
Luminancia (cd/m²)	0,18	1,28	0,61	14,0	29,6

Acera norte fondo de saco (11)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,6	18,9	10,5	29,6	53,2
Luminancia (cd/m²)	0,35	1,26	0,64	27,6	54,5

Acera este fondo de saco (12)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	5,8	17,0	11,2	34,2	51,7
Luminancia (cd/m²)	0,26	0,69	0,50	38,0	52,3

Acera sur fondo de saco (13)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	6,8	22,6	12,8	29,9	52,7
Luminancia (cd/m²)	0,28	0,90	0,53	31,4	53,6

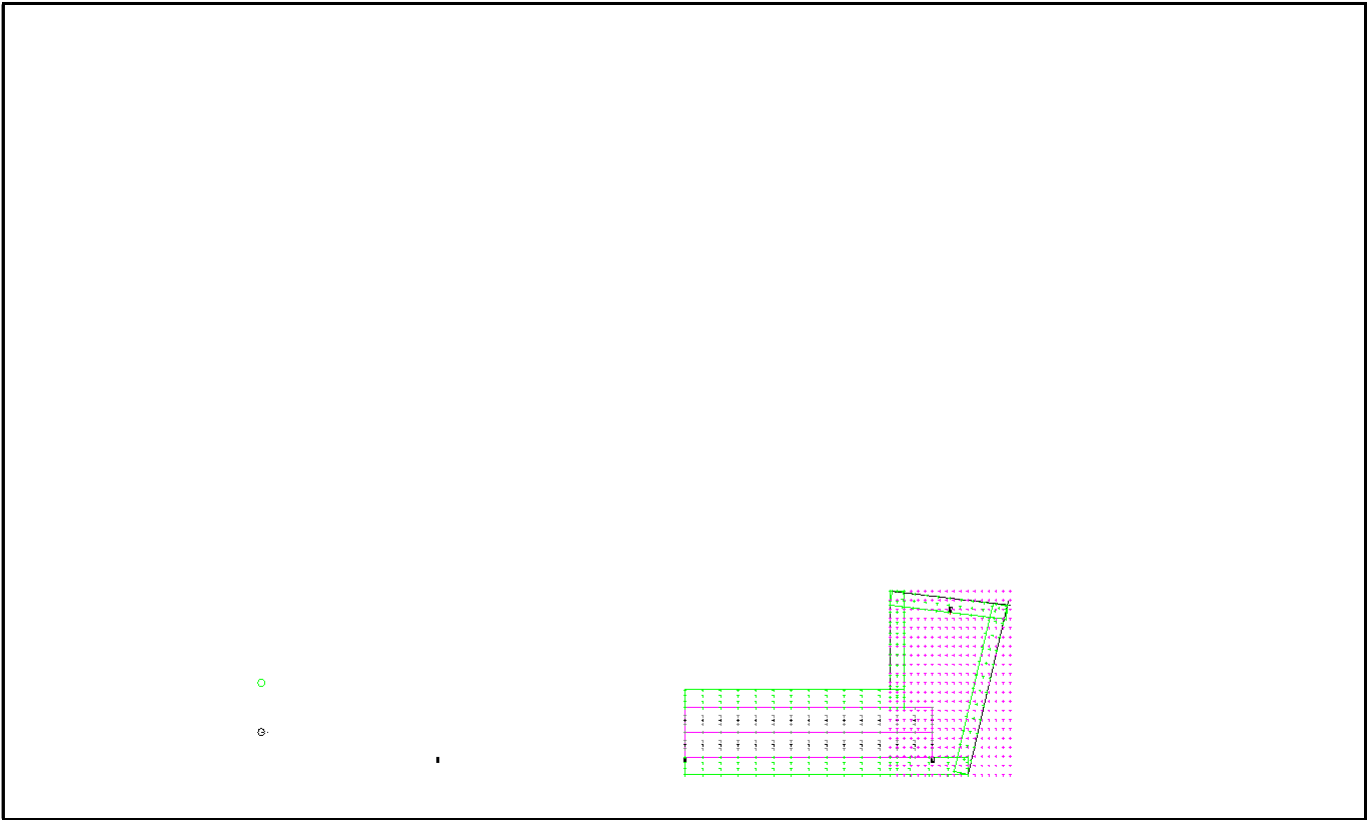
Acera oeste fondo de saco (14)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	8,3	17,1	12,6	48,6	65,9
Luminancia (cd/m²)	0,35	0,72	0,56	48,2	61,9

**Resumen de los observadores**

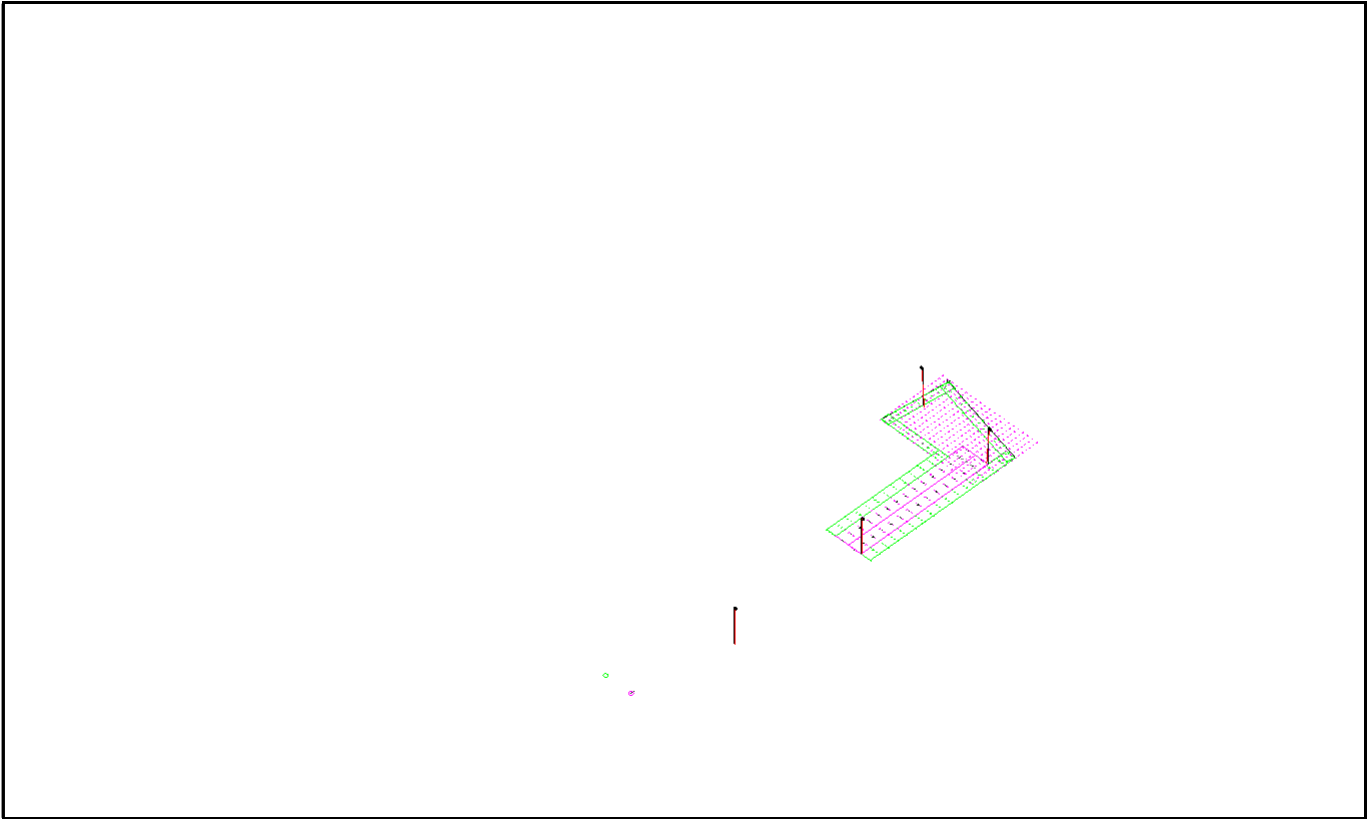
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,500, 1,500)	VL Mínimo [cd/m²] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,500, 1,500)	VL Máximo [cd/m²] :	0,1	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,500, 1,500)	TI Mínimo [%] :	7,4	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,500, 1,500)	TI Máximo [%] :	7,4	Dirección [°] :	0



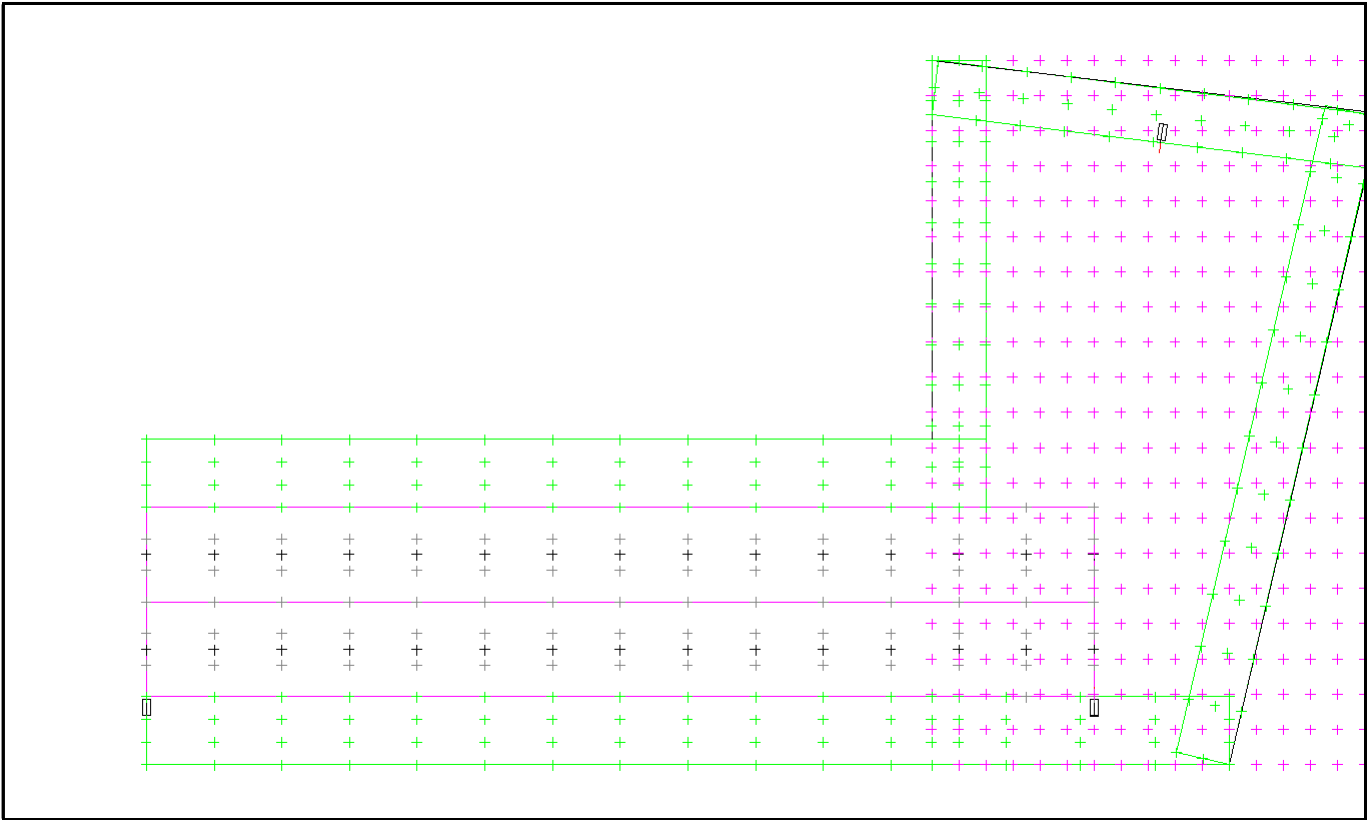
Vista en planta Configuración (1)



Vista en 3D Configuración (1)



Vista actual Configuración (1)



Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Carril oeste (1) : Iluminancia [lux]

Mín : 5,1 lux

Med (A) 12,7 lux

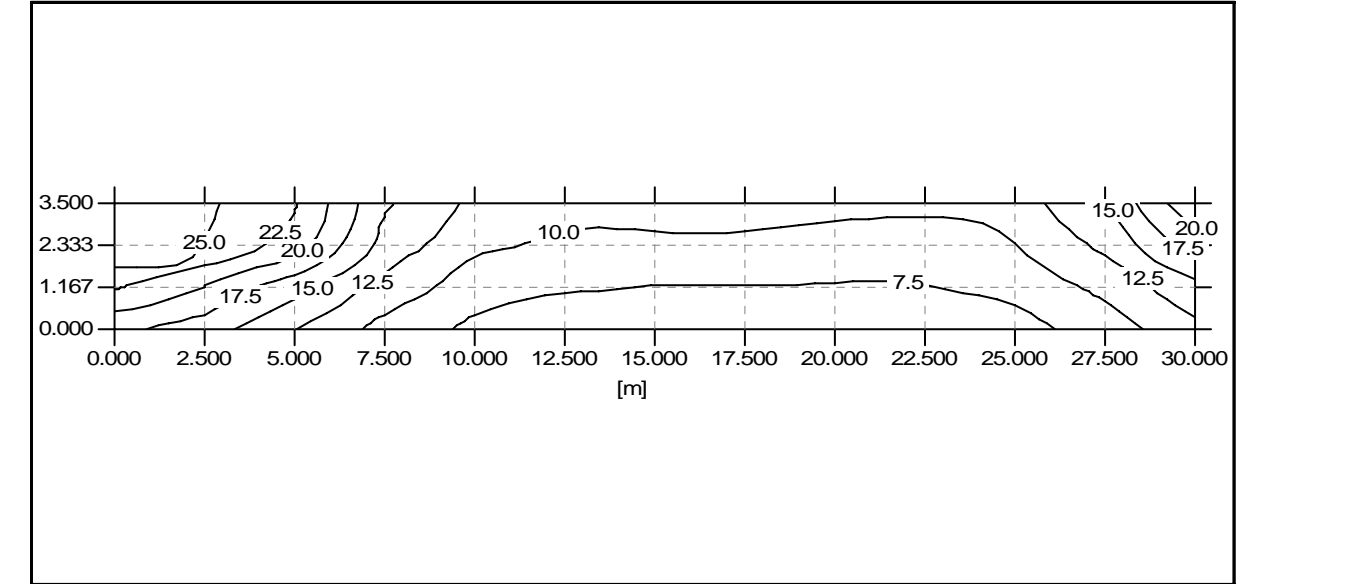
Máx : 27,4 lux

Uo : 40,0 %

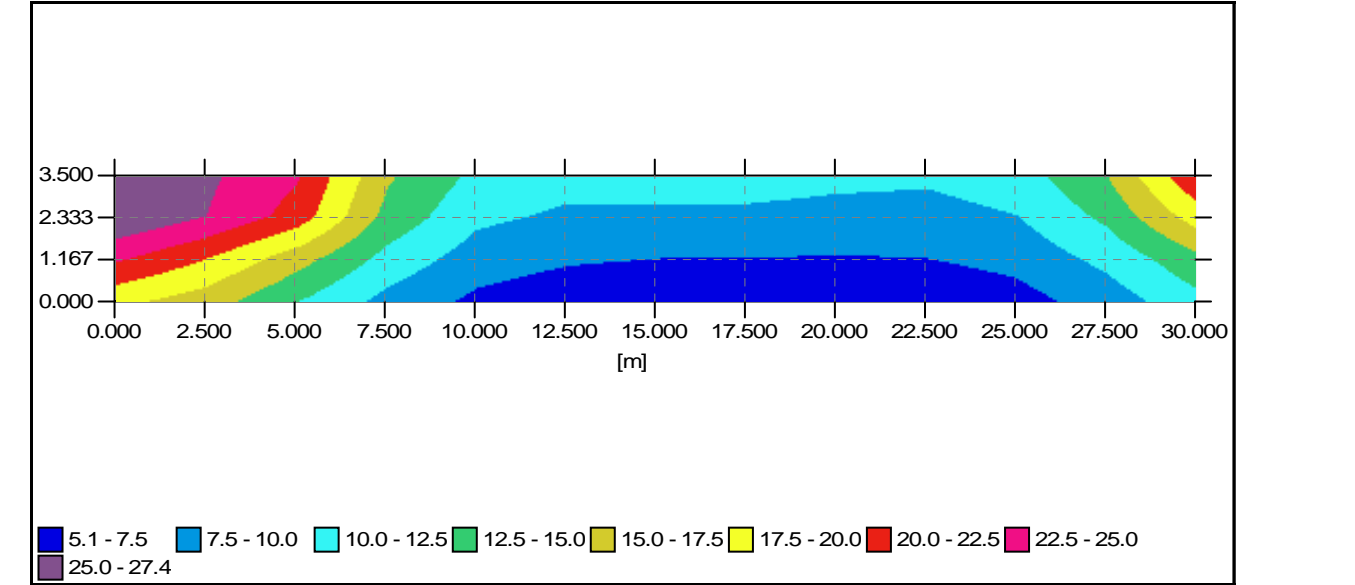
Ug : 18,5 %

3,500	25,6	25,5	22,8	15,4	12,0	11,0	11,0	11,1	10,7	10,5	11,3	15,0	22,4
2,333	27,4	25,0	21,4	14,2	10,5	9,6	9,5	9,5	9,2	9,1	10,0	13,1	18,8
1,167	22,9	20,0	16,1	11,7	8,8	7,8	7,5	7,5	7,3	7,5	8,3	10,7	14,3
0,000	18,2	16,3	12,6	9,2	7,0	5,9	5,4	5,1	5,2	5,6	6,6	8,6	11,8
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Carril oeste (1) : Iluminancia [lux]



Carril oeste (1) : Iluminancia [lux]

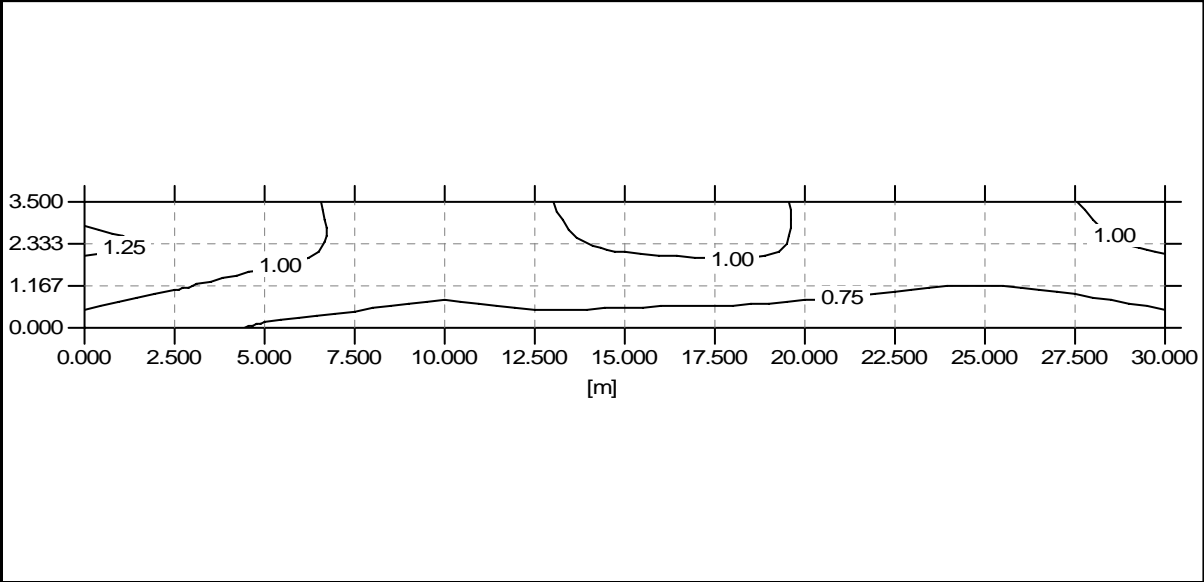


Carril oeste (1) : Luminancia [cd/m²]

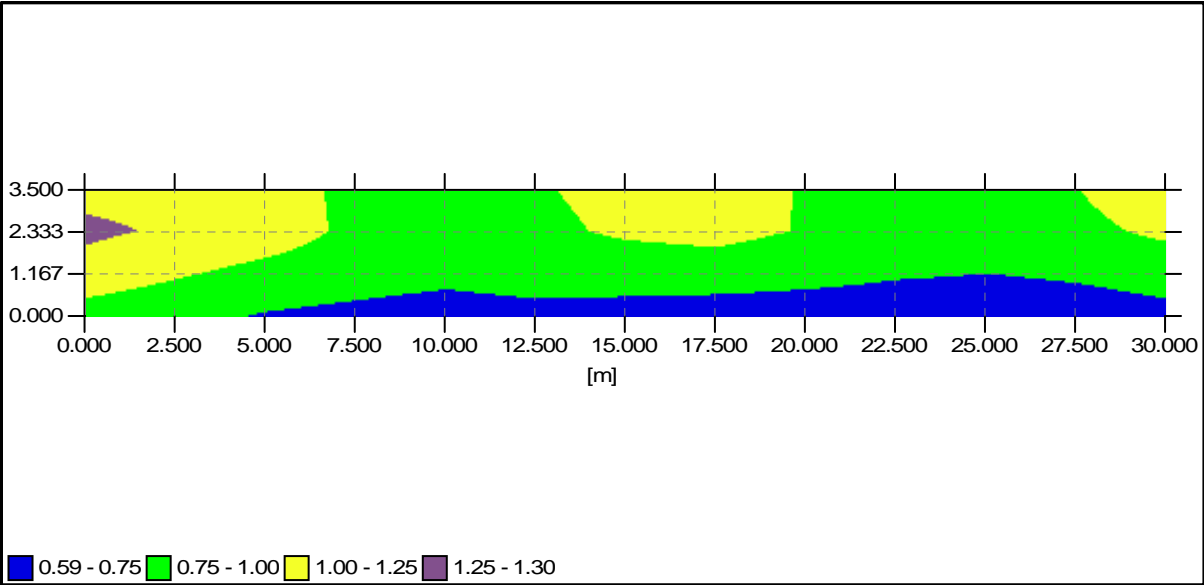
Mín : 0,59 cd/m Med (A) 0,90 cd/m² Máx : 1,30 cd/m² Uo : 65,6 % Ug : 45,2 %

3,500	1,17	1,17	1,13	0,92	0,89	0,99	1,06	1,10	0,98	0,90	0,90	1,00	1,17
2,333	1,30	1,21	1,12	0,94	0,86	0,96	1,03	1,07	0,98	0,89	0,83	0,93	1,06
1,167	1,14	1,03	0,93	0,86	0,82	0,88	0,88	0,89	0,84	0,78	0,75	0,78	0,83
0,000	0,90	0,83	0,73	0,68	0,64	0,66	0,64	0,61	0,60	0,59	0,59	0,64	0,69
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Carril oeste (1) : Luminancia [cd/m²]



Carril oeste (1) : Luminancia [cd/m²]

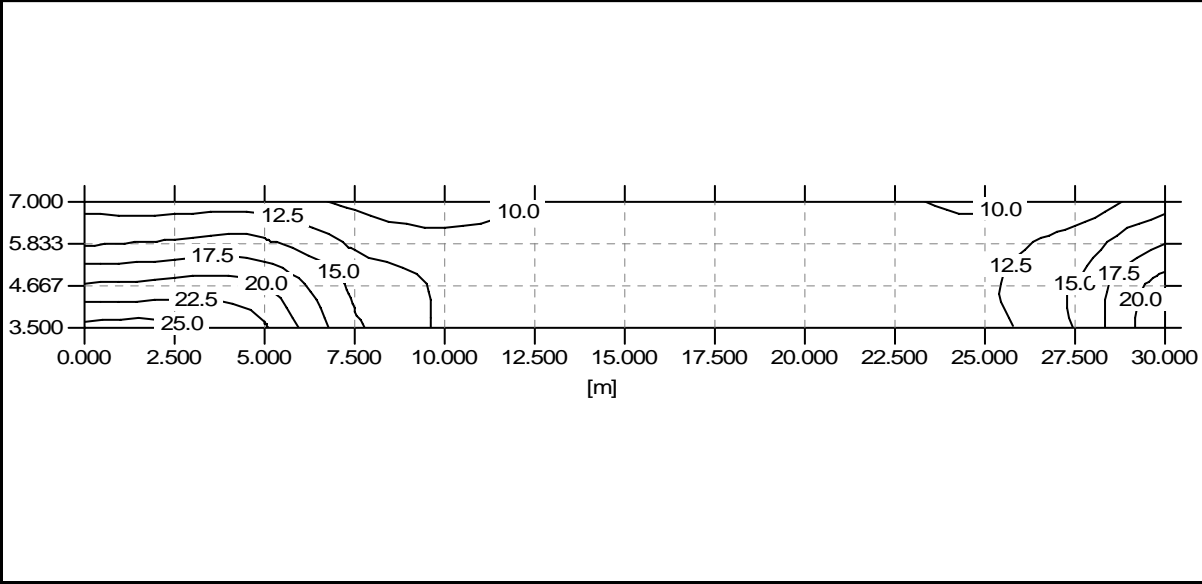


Carril este (2) : Iluminancia [lux]

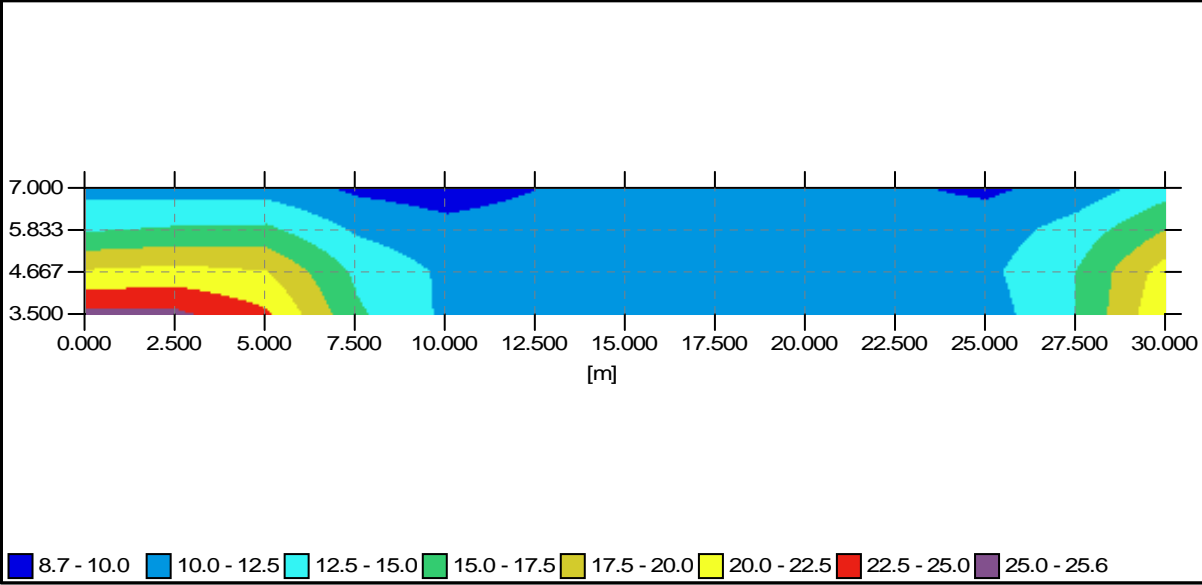
Mín : 8,7 lux    Med (A) : 13,6 lux    Máx : 25,6 lux    Uo : 63,5 %    Ug : 33,8 %

7,000	11,5	11,1	11,2	9,4	8,7	9,9	11,2	11,8	11,1	10,2	9,4	10,8	13,8
5,833	14,6	15,3	15,5	12,1	10,7	11,2	12,1	12,4	11,9	11,2	11,2	13,5	17,5
4,667	20,3	20,8	20,1	14,5	12,0	11,7	12,0	12,1	11,6	11,3	11,9	15,1	21,2
3,500	25,6	25,5	22,8	15,4	12,0	11,0	11,0	11,1	10,7	10,5	11,3	15,0	22,4
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Carril este (2) : Iluminancia [lux]



Carril este (2) : Iluminancia [lux]

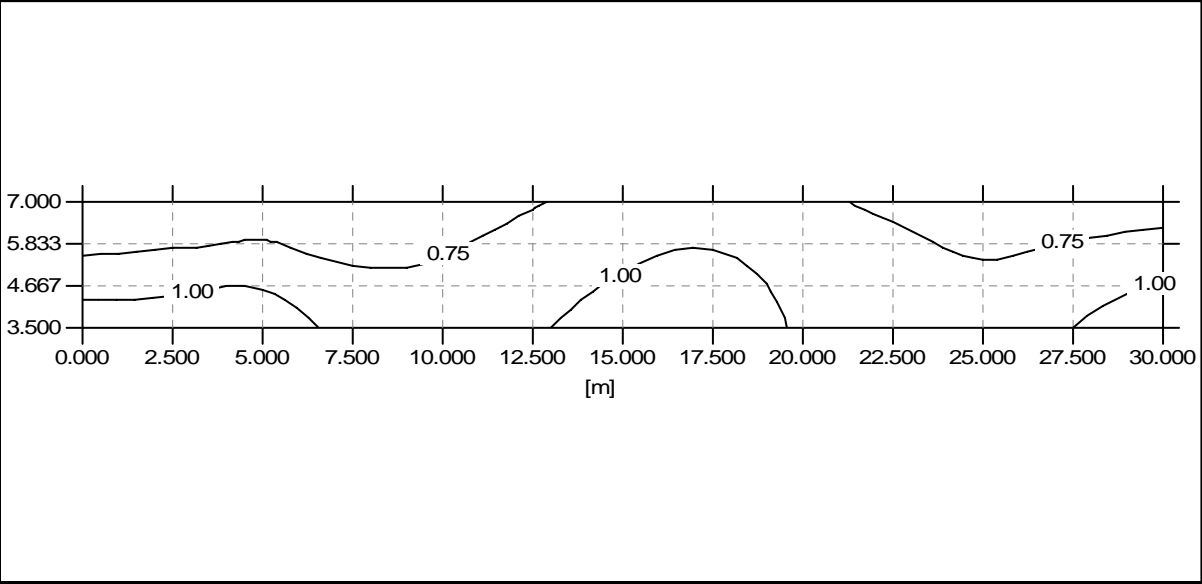


Carril este (2) : Luminancia [cd/m²]

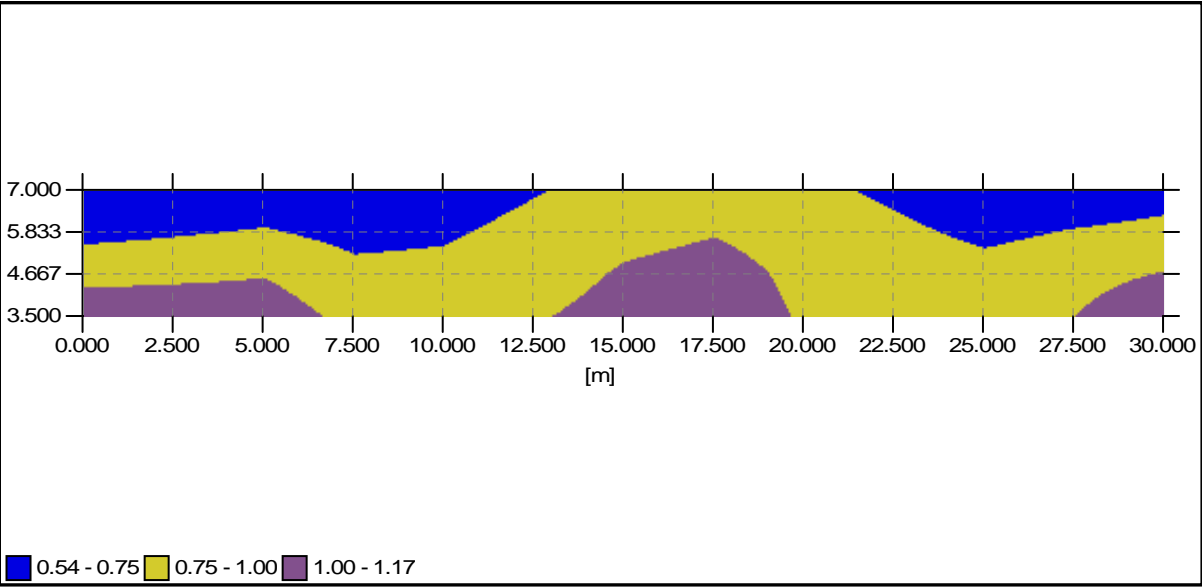
Mín : 0,54 cd/m Med (A) 0,85 cd/m² Máx : 1,17 cd/m² Uo : 63,1 % Ug : 45,9 %

7,000	0,55	0,55	0,58	0,55	0,59	0,72	0,85	0,88	0,81	0,69	0,54	0,56	0,64
5,833	0,67	0,72	0,77	0,67	0,71	0,84	0,95	0,99	0,93	0,80	0,69	0,76	0,82
4,667	0,91	0,94	0,98	0,82	0,83	0,93	1,02	1,06	0,96	0,90	0,84	0,93	1,01
3,500	1,17	1,17	1,13	0,92	0,89	0,99	1,06	1,10	0,98	0,90	0,90	1,00	1,17
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Carril este (2) : Luminancia [cd/m²]



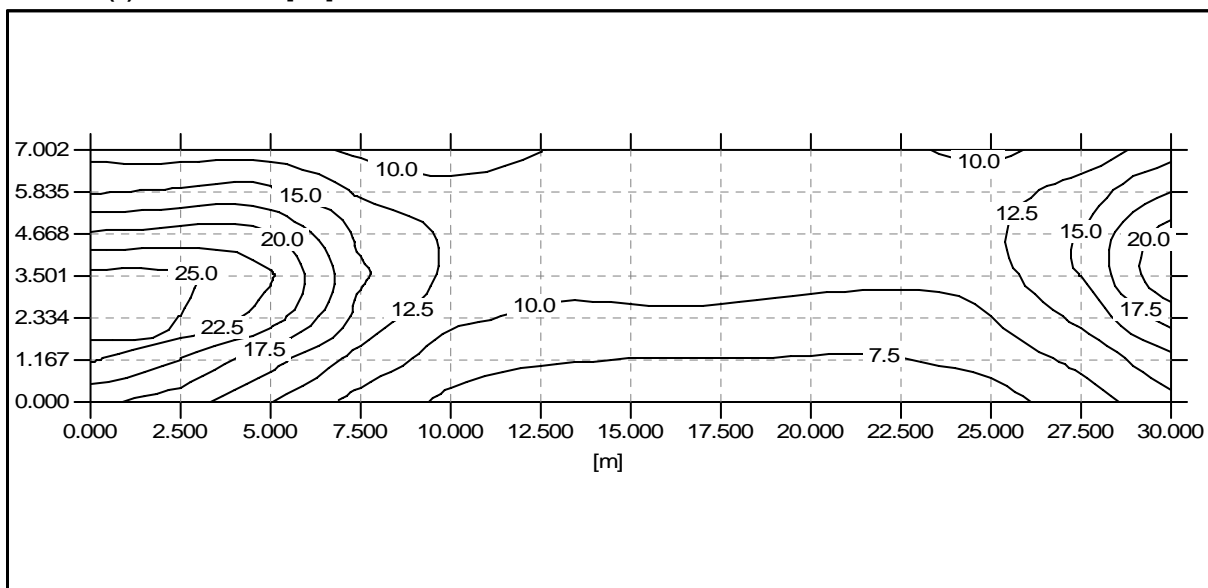
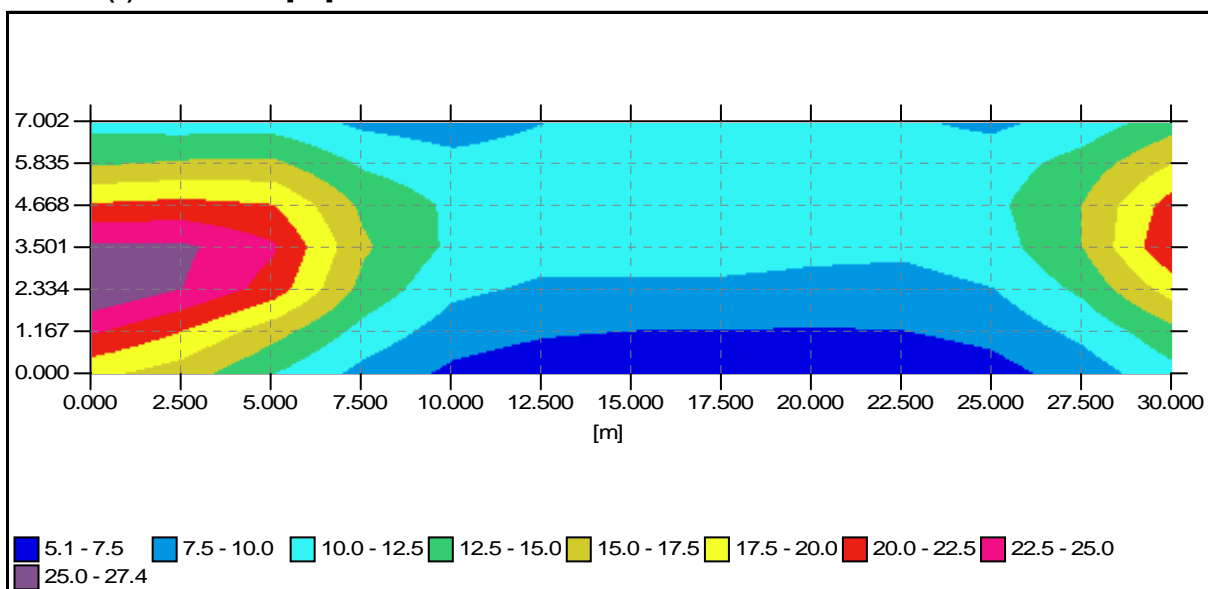
Carril este (2) : Luminancia [cd/m²]



**Calzada (3) : Iluminancia [lux]**

Mín :  lux    Med (A)  lux    Máx :  lux    Uo :  %    Ug :  %

7,002	11,5	11,1	11,2	9,3	8,7	9,9	11,2	11,8	11,1	10,2	9,4	10,8	13,8
5,835	14,6	15,3	15,5	12,1	10,7	11,2	12,1	12,4	11,9	11,2	11,2	13,5	17,5
4,668	20,3	20,8	20,1	14,5	12,0	11,7	12,0	12,1	11,6	11,3	11,9	15,1	21,2
3,501	25,6	25,5	22,8	15,4	12,0	11,0	11,0	11,1	10,7	10,5	11,3	15,0	22,4
2,334	27,4	25,0	21,4	14,2	10,5	9,6	9,5	9,5	9,2	9,1	10,0	13,1	18,8
1,167	22,9	20,0	16,1	11,7	8,8	7,8	7,5	7,5	7,3	7,5	8,3	10,7	14,3
0,000	18,2	16,3	12,6	9,2	7,0	5,9	5,4	5,1	5,2	5,6	6,6	8,6	11,8
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

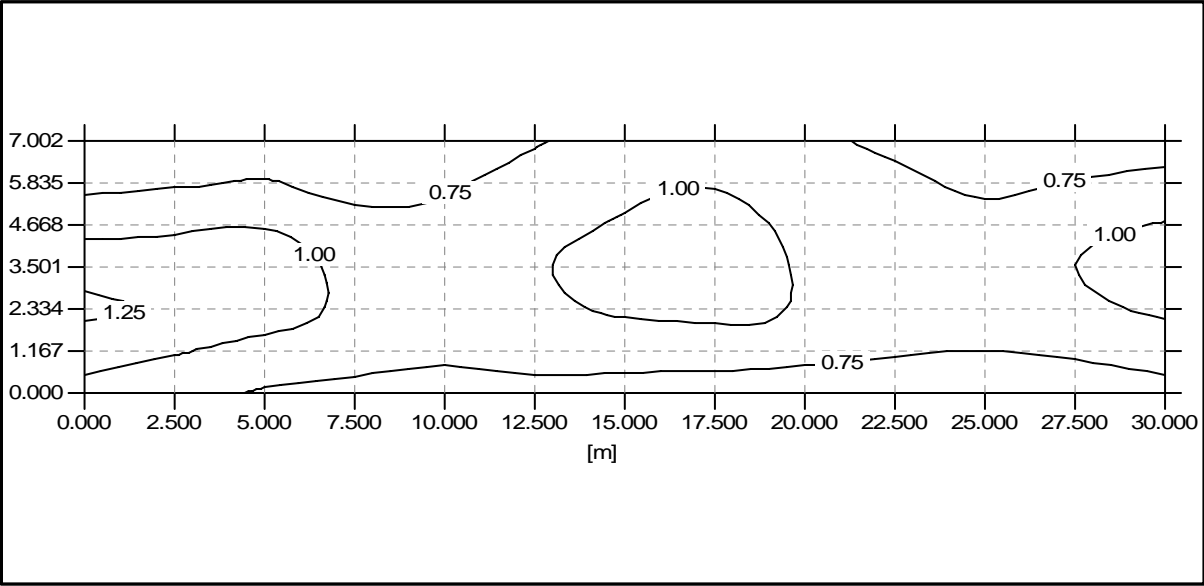
**Calzada (3) : Iluminancia [lux]****Calzada (3) : Iluminancia [lux]**

Calzada (3) : Luminancia [cd/m²]

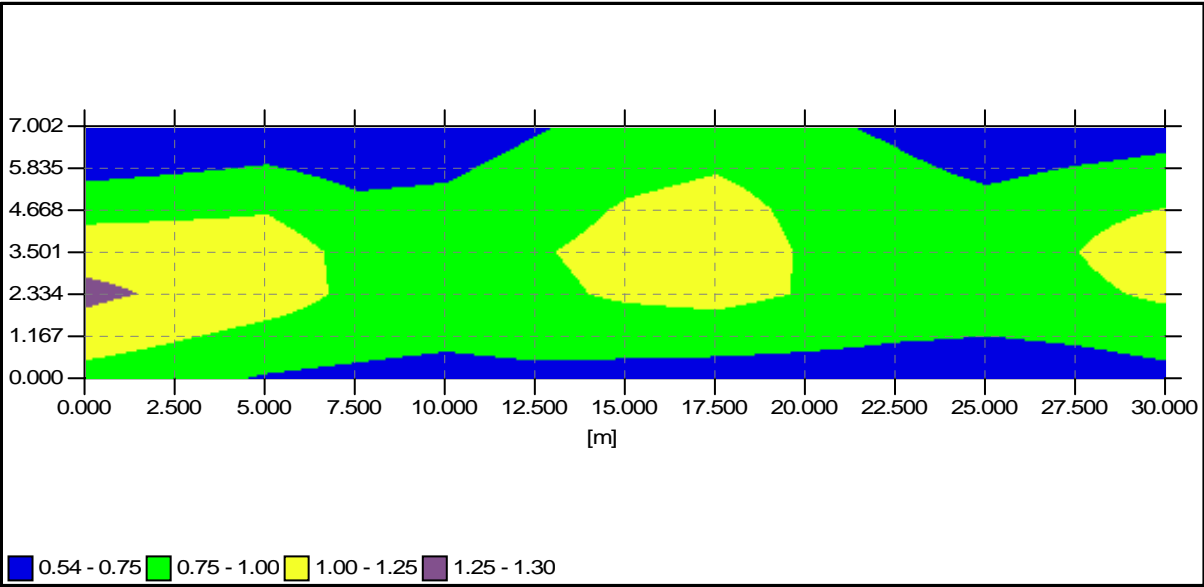
Mín : 0,54 cd/m Med (A) 0,85 cd/m² Máx : 1,30 cd/m² Uo : 62,9 % Ug : 41,2 %

7,002	0,55	0,55	0,58	0,55	0,59	0,72	0,85	0,88	0,81	0,69	0,54	0,56	0,64
5,835	0,67	0,72	0,77	0,67	0,71	0,84	0,95	0,99	0,93	0,80	0,69	0,76	0,82
4,668	0,91	0,94	0,98	0,82	0,83	0,93	1,02	1,06	0,96	0,90	0,84	0,93	1,01
3,501	1,17	1,17	1,13	0,92	0,89	0,99	1,06	1,10	0,98	0,90	0,90	1,00	1,17
2,334	1,30	1,21	1,12	0,94	0,86	0,96	1,03	1,07	0,98	0,89	0,83	0,93	1,06
1,167	1,14	1,03	0,93	0,86	0,82	0,88	0,88	0,89	0,84	0,78	0,75	0,78	0,83
0,000	0,90	0,83	0,73	0,68	0,64	0,66	0,64	0,61	0,60	0,59	0,59	0,64	0,69
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Calzada (3) : Luminancia [cd/m²]



Calzada (3) : Luminancia [cd/m²]



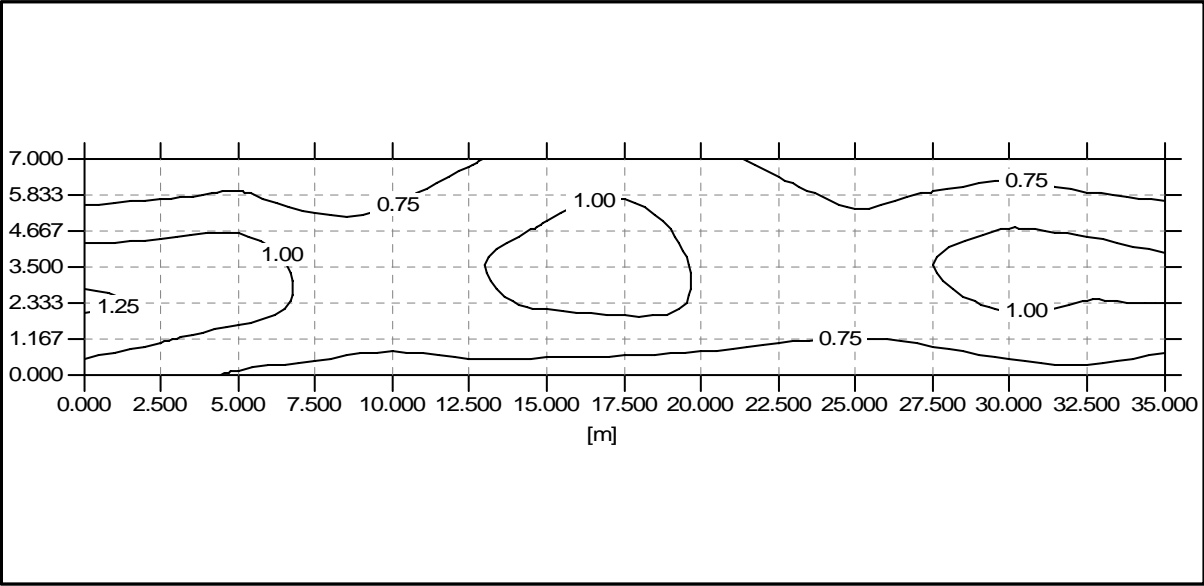


Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]

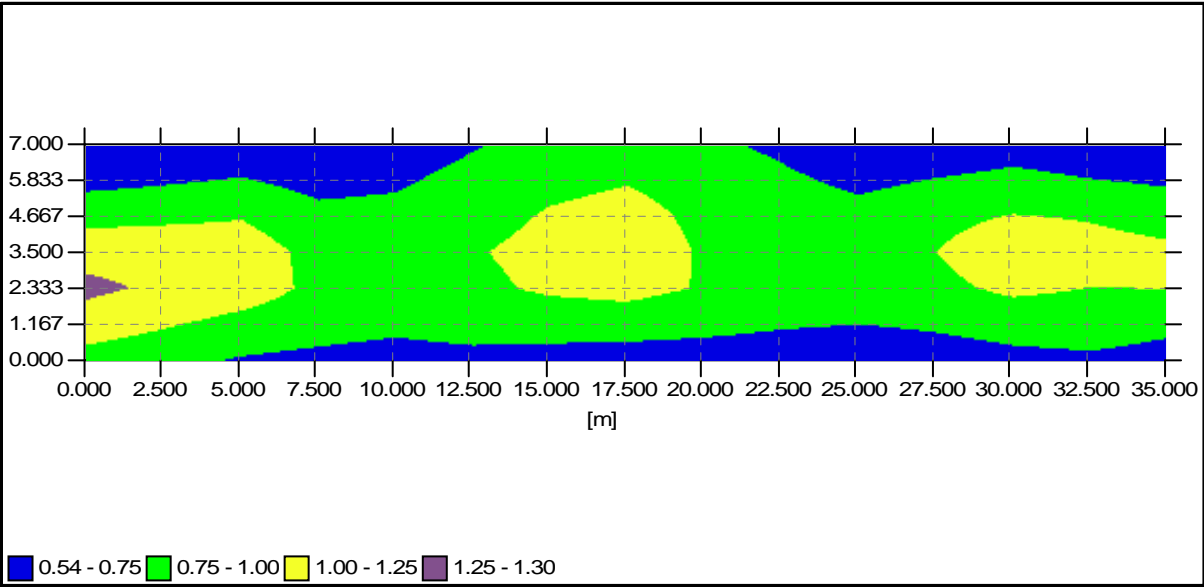
Mín : 0,54 cd/m Med (A) 0,85 cd/m² Máx : 1,30 cd/m² Uo : 63,1 % Ug : 41,3 %

7,000	0,55	0,55	0,58	0,55	0,59	0,72	0,85	0,88	0,81	0,69	0,54	0,56	0,64	0,58	0,57
5,833	0,67	0,72	0,77	0,67	0,71	0,84	0,95	0,99	0,93	0,80	0,69	0,76	0,82	0,76	0,71
4,667	0,91	0,94	0,98	0,82	0,83	0,93	1,02	1,06	0,96	0,90	0,84	0,93	1,01	0,98	0,91
3,500	1,17	1,17	1,13	0,92	0,89	0,99	1,06	1,10	0,98	0,90	0,90	1,00	1,17	1,09	1,05
2,333	1,30	1,21	1,12	0,94	0,86	0,96	1,03	1,07	0,98	0,89	0,83	0,93	1,06	1,00	1,00
1,167	1,14	1,03	0,93	0,86	0,82	0,88	0,88	0,89	0,84	0,78	0,75	0,78	0,83	0,85	0,79
0,000	0,90	0,83	0,73	0,68	0,64	0,66	0,64	0,61	0,60	0,59	0,59	0,64	0,69	0,72	0,68
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



Centro del carril oeste (5) : Iluminancia [lux]

Mín : 8,3 lux      Med (A) 14,2 lux      Máx : 25,8 lux      Uo : 58,9 %      Ug : 32,4 %

1,750	25,8	22,9	18,8	12,9	9,7	8,8	8,6	8,5	8,3	8,4	9,2	11,9	16,2	19,9	22,5
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

**Centro del carril oeste (5) : Luminancia [cd/m²]**

Mín : 0,81 cd/m Med (A) 0,96 cd/m² Máx : 1,25 cd/m² Uo : 84,2 % Ug : 64,4 %

1,750	1,25	1,15	1,05	0,93	0,86	0,93	0,99	1,00	0,93	0,85	0,81	0,85	0,94	0,95	0,90
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

Centro del carril este (6) : Iluminancia [lux]

Mín : 11,4 lux      Med (A) 14,9 lux      Máx : 20,3 lux      Uo : 76,8 %      Ug : 56,2 %

5,250	17,3	18,0	17,6	13,4	11,5	11,6	12,2	12,3	11,9	11,4	11,7	14,5	19,7	20,3	19,8
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

**Centro del carril este (6) : Luminancia [cd/m²]**

Mín :  cd/m Med (A)  cd/m² Máx :  cd/m² Uo :  % Ug :  %

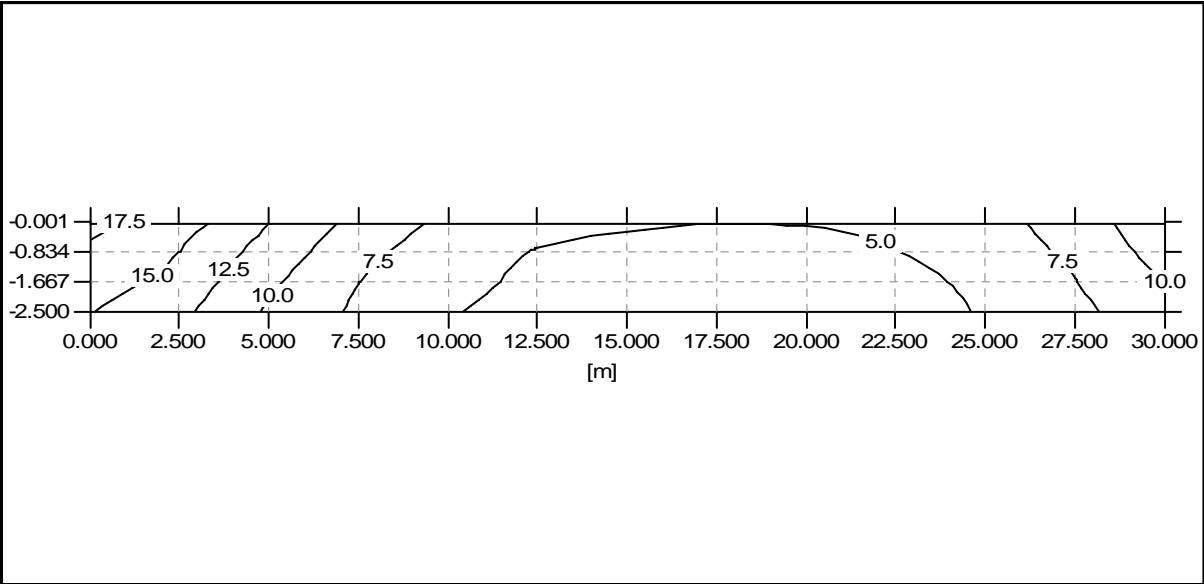
5,250	0,78	0,83	0,87	0,75	0,77	0,88	0,99	1,03	0,96	0,87	0,77	0,85	0,92	0,86	0,81
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000	32,500	35,000

Acera oeste (7) : Iluminancia [lux]

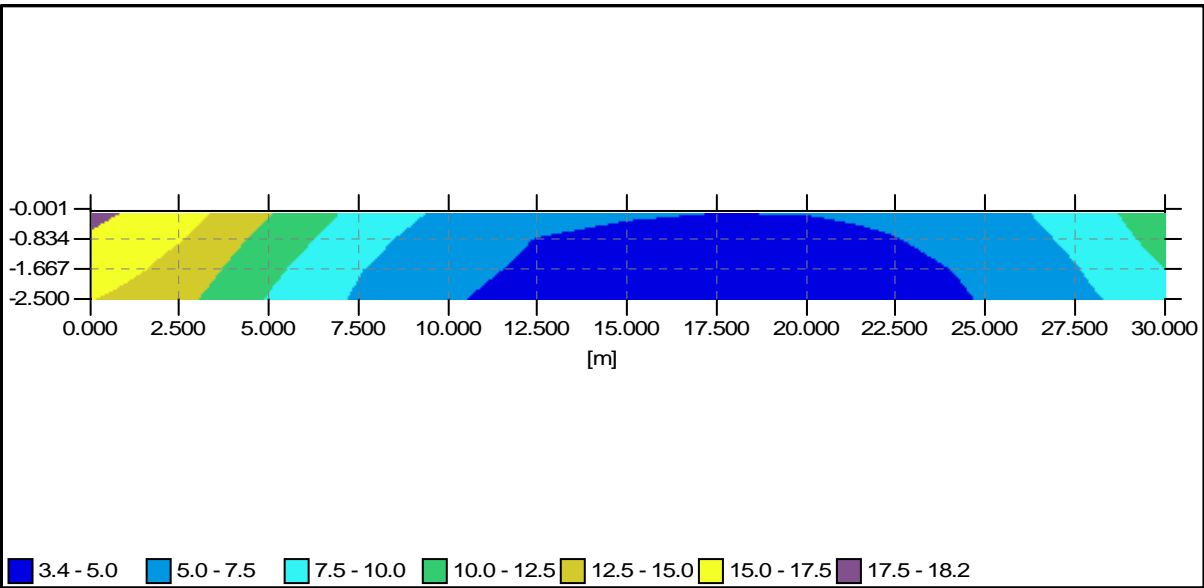
Mín : 3,4 lux    Med (A) : 7,9 lux    Máx : 18,2 lux    Uo : 42,7 %    Ug : 18,5 %

-0,001	18,2	16,2	12,6	9,2	7,0	5,9	5,4	5,1	5,2	5,6	6,6	8,6	11,8
-0,834	17,1	15,0	11,5	8,3	6,0	4,9	4,3	4,0	4,2	5,0	6,0	8,0	11,0
-1,667	16,4	14,1	10,5	7,6	5,6	4,6	4,0	3,9	3,8	4,4	5,5	7,4	10,1
-2,500	15,1	13,1	9,7	7,1	5,2	4,1	3,6	3,4	3,5	4,0	5,2	6,8	9,2
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera oeste (7) : Iluminancia [lux]



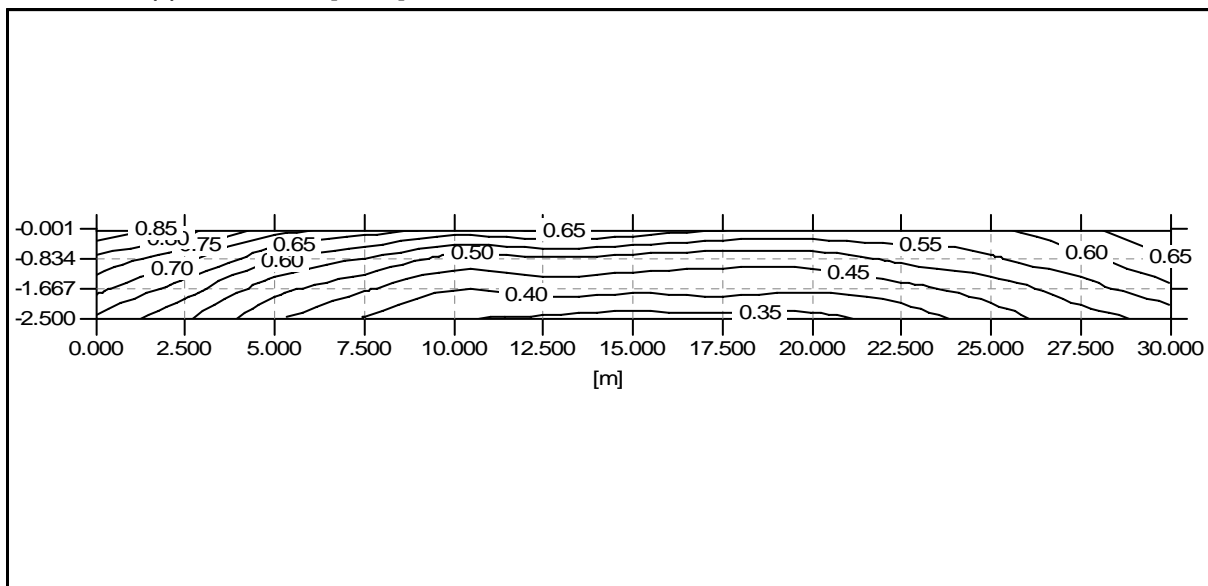
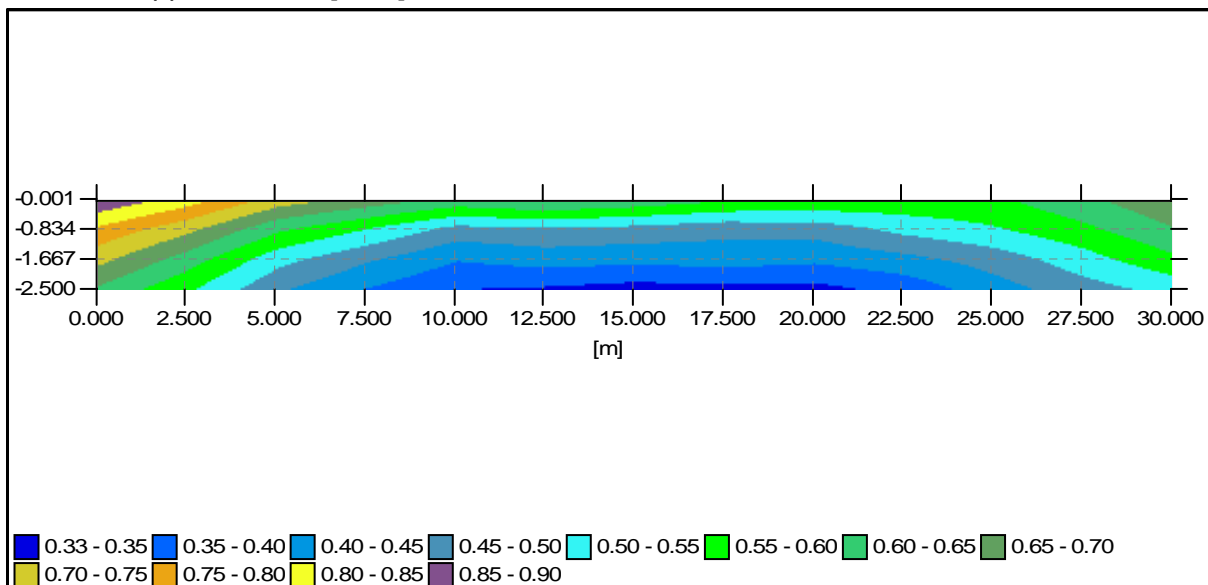
Acera oeste (7) : Iluminancia [lux]



**Acera oeste (7) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Mín :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Med (A) :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Máx :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Uo :  % Ug :  %

-0,001	0,90	0,83	0,73	0,68	0,64	0,66	0,64	0,61	0,60	0,59	0,59	0,64	0,69
-0,834	0,79	0,71	0,61	0,55	0,48	0,49	0,48	0,46	0,47	0,51	0,54	0,59	0,65
-1,667	0,72	0,63	0,52	0,46	0,40	0,42	0,42	0,42	0,41	0,44	0,47	0,53	0,59
-2,500	0,64	0,56	0,46	0,40	0,35	0,34	0,33	0,34	0,33	0,37	0,43	0,48	0,52
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

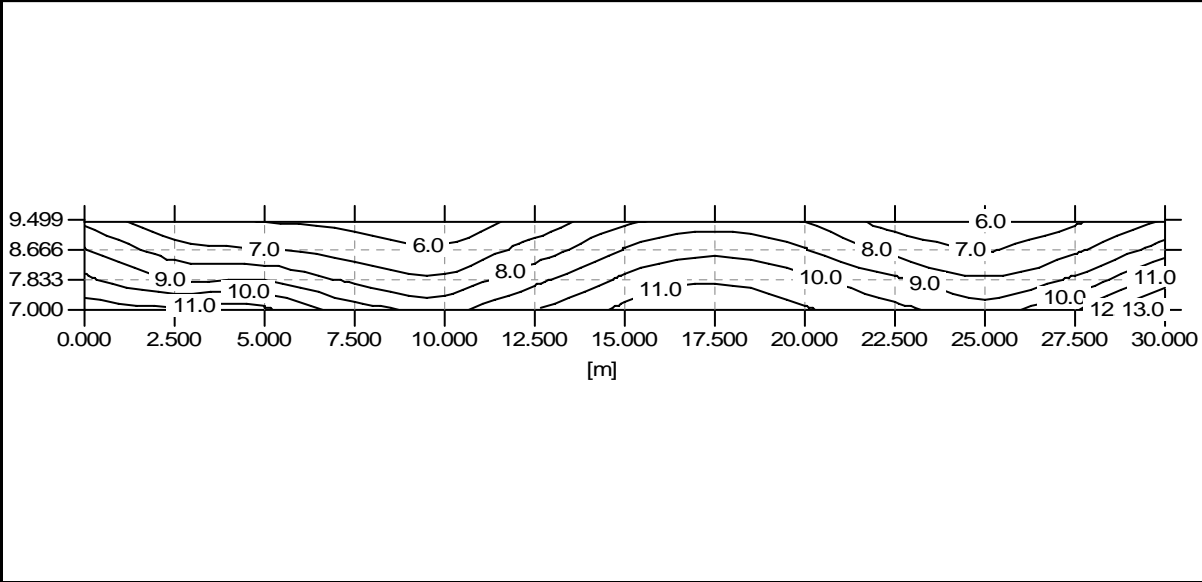
**Acera oeste (7) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]****Acera oeste (7) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Acera este (8) : Iluminancia [lux]

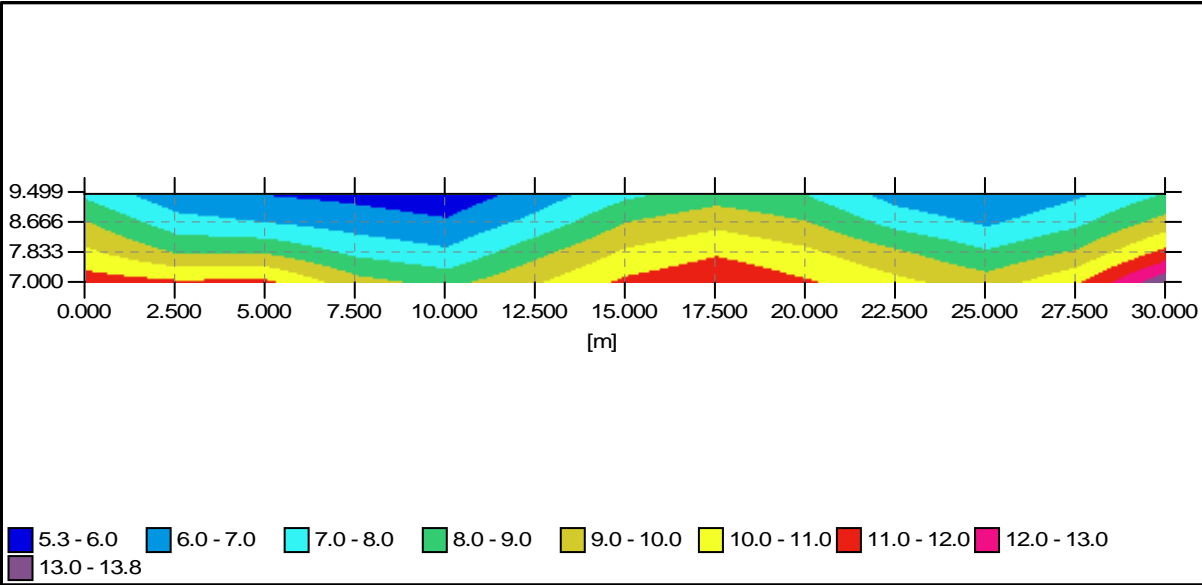
Mín : 5,3 lux    Med (A) : 8,7 lux    Máx : 13,8 lux    Uo : 61,0 %    Ug : 38,5 %

9,499	7,7	6,2	5,9	5,7	5,3	6,3	7,7	8,4	7,9	6,5	5,9	6,8	8,0
8,666	9,0	7,4	7,0	6,5	6,1	7,3	9,0	9,7	9,1	7,6	6,8	7,8	9,4
7,833	10,2	8,9	8,9	7,7	7,2	8,7	10,2	10,9	10,2	9,1	8,1	9,1	11,3
7,000	11,5	11,1	11,2	9,4	8,7	9,9	11,2	11,8	11,1	10,2	9,4	10,8	13,8
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera este (8) : Iluminancia [lux]



Acera este (8) : Iluminancia [lux]



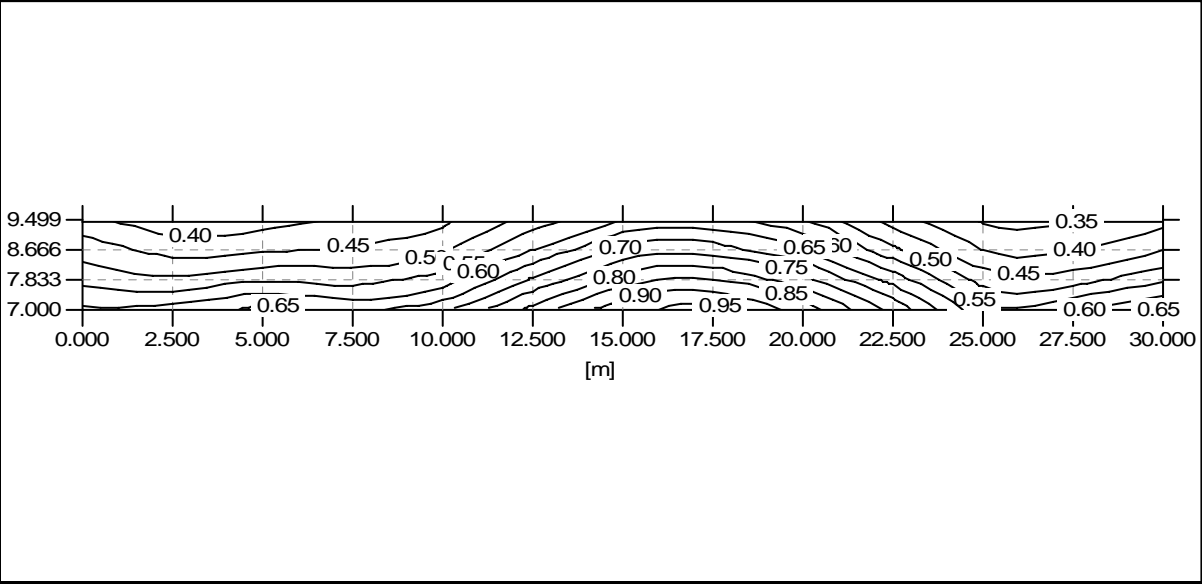


Acera este (8) : Luminancia [cd/m²]

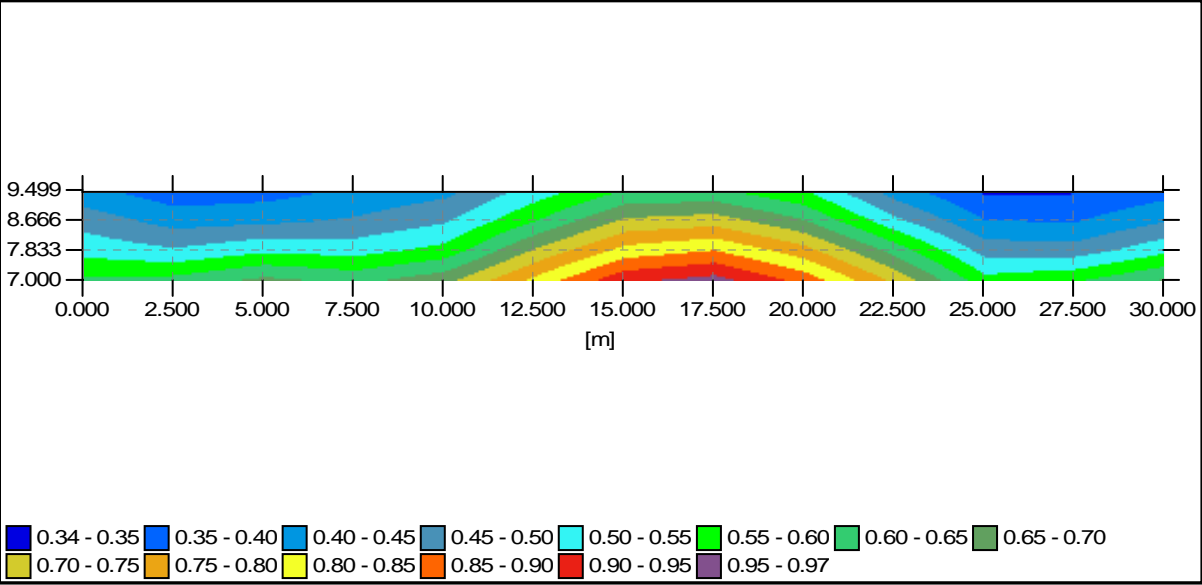
Mín : 0,34 cd/m Med (A) 0,57 cd/m² Máx : 0,97 cd/m² Uo : 59,7 % Ug : 35,3 %

9,499	0,41	0,37	0,38	0,41	0,43	0,52	0,60	0,61	0,55	0,42	0,34	0,34	0,38
8,666	0,48	0,43	0,44	0,46	0,49	0,60	0,71	0,72	0,65	0,51	0,40	0,40	0,44
7,833	0,53	0,51	0,54	0,53	0,57	0,71	0,82	0,85	0,77	0,63	0,48	0,47	0,54
7,000	0,61	0,62	0,66	0,63	0,68	0,81	0,94	0,97	0,88	0,74	0,57	0,59	0,65
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000	27,500	30,000

Acera este (8) : Luminancia [cd/m²]



Acera este (8) : Luminancia [cd/m²]



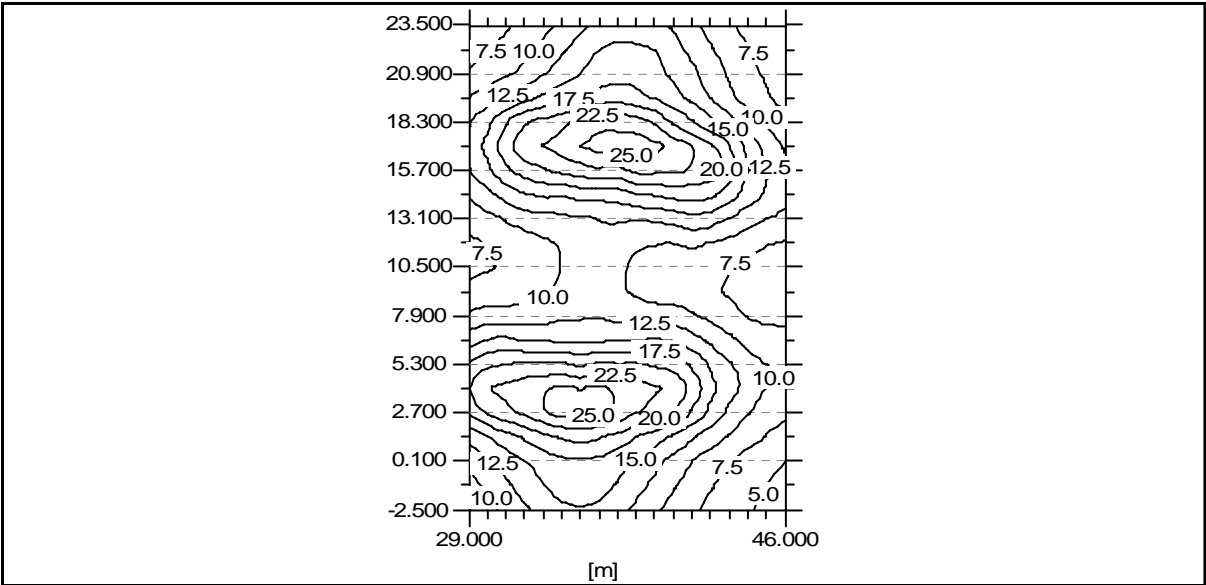
Fondo de saco (9) : Iluminancia [lux]

Mín : 3,8 lux    Med (A) 13,5 lux    Máx : 26,6 lux    Uo : 28,5 %    Ug : 14,5 %

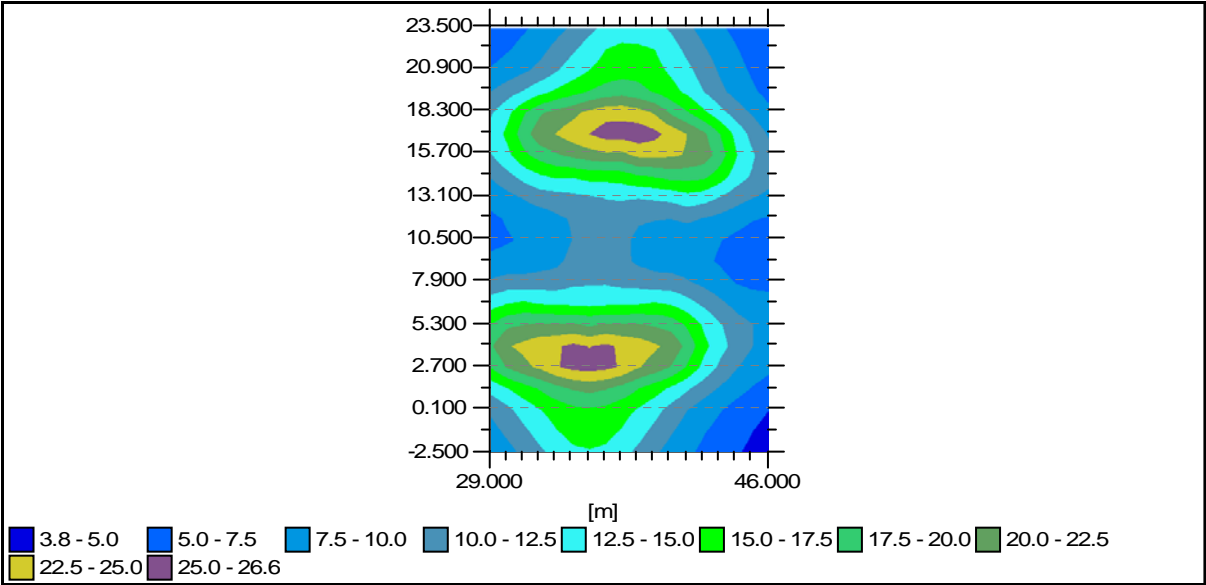
23,500	5,6	6,4	7,2	8,2	9,2	10,5	11,9	13,2	13,7	13,5	13,3	12,1	10,5	9,1	7,8
22,200	6,4	7,3	8,2	9,3	10,8	12,2	13,6	15,0	15,6	15,5	15,0	13,5	11,8	10,2	8,8
20,900	7,8	8,6	9,6	10,7	12,3	13,8	15,0	16,1	16,5	16,6	15,8	14,5	13,1	11,3	9,7
19,600	10,0	11,3	12,7	14,2	15,5	16,5	17,7	18,5	18,9	18,2	17,3	15,9	14,4	12,5	10,6
18,300	12,3	14,4	17,3	19,7	20,9	21,8	23,2	24,2	24,3	23,6	22,2	19,6	17,7	15,5	13,4
17,000	13,4	15,6	18,9	21,7	22,6	23,9	25,0	26,0	26,1	26,6	25,7	24,0	22,4	20,5	17,4
15,700	12,4	14,4	17,0	18,6	19,7	20,7	21,4	22,0	21,7	23,1	23,1	22,9	22,2	21,4	18,7
14,400	10,2	11,8	13,4	14,7	15,4	15,3	15,9	15,9	16,2	17,3	17,7	18,4	18,4	18,1	16,2
13,100	8,2	9,2	10,2	11,2	11,4	11,8	12,2	12,6	12,7	12,6	12,9	13,3	14,1	13,6	12,3
11,800	7,1	7,7	8,4	8,6	9,6	10,3	11,5	11,7	11,6	10,3	10,1	10,0	10,5	9,9	9,2
10,500	7,0	7,3	7,8	8,1	8,7	10,1	11,5	11,7	10,7	9,4	8,9	8,5	8,2	8,1	7,6
9,200	8,0	8,3	8,6	9,0	9,5	10,8	11,7	11,7	10,6	9,5	9,1	8,7	8,5	7,9	7,2
7,900	10,4	11,1	10,9	11,2	11,2	12,0	12,2	12,2	11,7	11,6	11,0	11,1	10,2	9,4	8,2
6,600	13,9	15,0	15,5	14,9	14,7	14,6	14,4	14,6	14,8	14,8	15,3	14,7	13,4	12,0	10,6
5,300	17,7	19,5	20,0	20,4	20,2	20,4	19,6	20,3	20,2	20,2	19,7	19,1	17,0	14,6	12,7
4,000	19,8	22,3	23,2	24,2	24,7	25,5	24,9	25,5	24,6	23,8	22,8	21,8	19,1	15,7	13,3
2,700	17,7	20,3	21,8	23,1	24,8	25,8	26,0	25,7	24,6	22,7	21,5	19,8	17,2	14,2	12,0
1,400	13,4	15,0	16,5	17,8	19,3	20,3	20,8	20,2	19,1	17,6	16,2	14,6	12,8	11,1	9,7
0,100	10,5	12,0	13,6	15,0	16,1	17,0	17,2	16,9	15,9	14,8	13,3	11,6	10,0	8,7	7,7
-1,200	9,2	10,6	12,1	13,6	14,9	15,9	16,5	15,8	14,8	13,4	11,9	10,3	8,8	7,7	6,7
-2,500	8,3	9,2	10,6	12,1	13,4	14,6	14,7	14,5	13,3	11,9	10,4	9,0	8,0	6,9	6,0
Y/X	29,000	30,000	31,000	32,000	33,000	34,000	35,000	36,000	37,000	38,000	39,000	40,000	41,000	42,000	43,000

23,500	6,8	5,9	5,1
22,200	7,6	6,5	5,6
20,900	8,3	7,1	6,1
19,600	9,1	7,8	6,7
18,300	11,2	9,7	8,0
17,000	14,1	11,6	9,7
15,700	15,1	12,7	10,9
14,400	13,7	12,1	10,9
13,100	11,0	10,0	9,3
11,800	8,4	7,7	7,3
10,500	6,9	6,2	5,6
9,200	6,4	5,9	5,5
7,900	7,4	6,9	6,9
6,600	9,2	8,6	8,4
5,300	11,0	10,0	9,4
4,000	11,6	10,0	9,2
2,700	10,2	8,8	8,0
1,400	8,4	7,3	6,6
0,100	6,6	5,7	5,0
-1,200	5,8	5,0	4,4
-2,500	5,2	4,5	3,8
Y/X	44,000	45,000	46,000

Fondo de saco (9) : Iluminancia [lux]



Fondo de saco (9) : Iluminancia [lux]



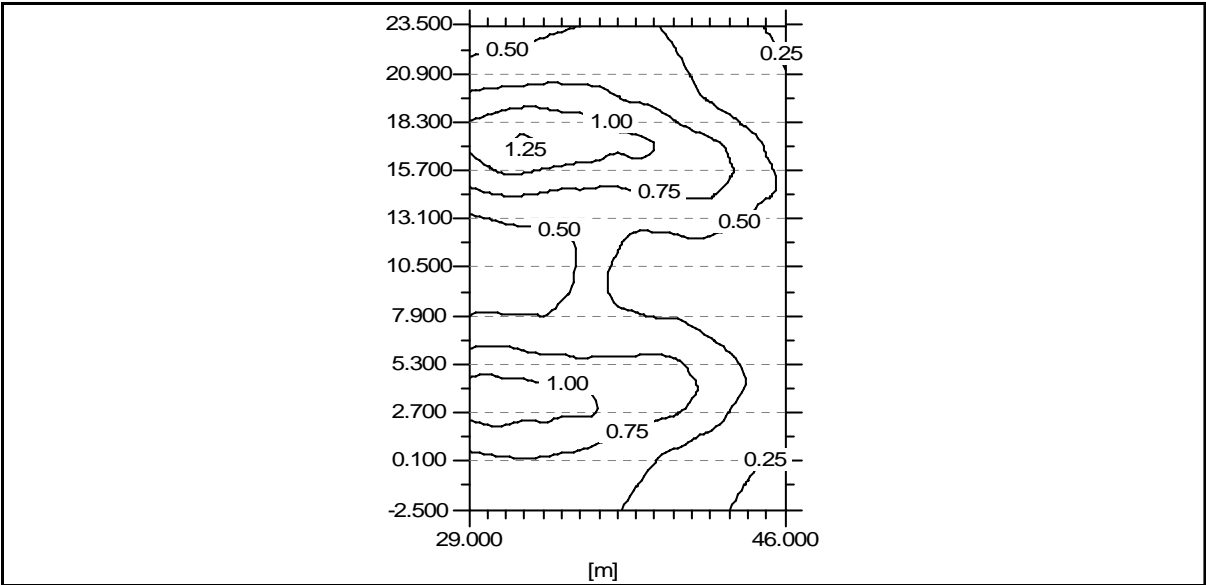
Fondo de saco (9) : Luminancia [cd/m²]

Mín : 0,18 cd/m Med (A) 0,61 cd/m² Máx : 1,28 cd/m² Uo : 29,6 % Ug : 14,0 %

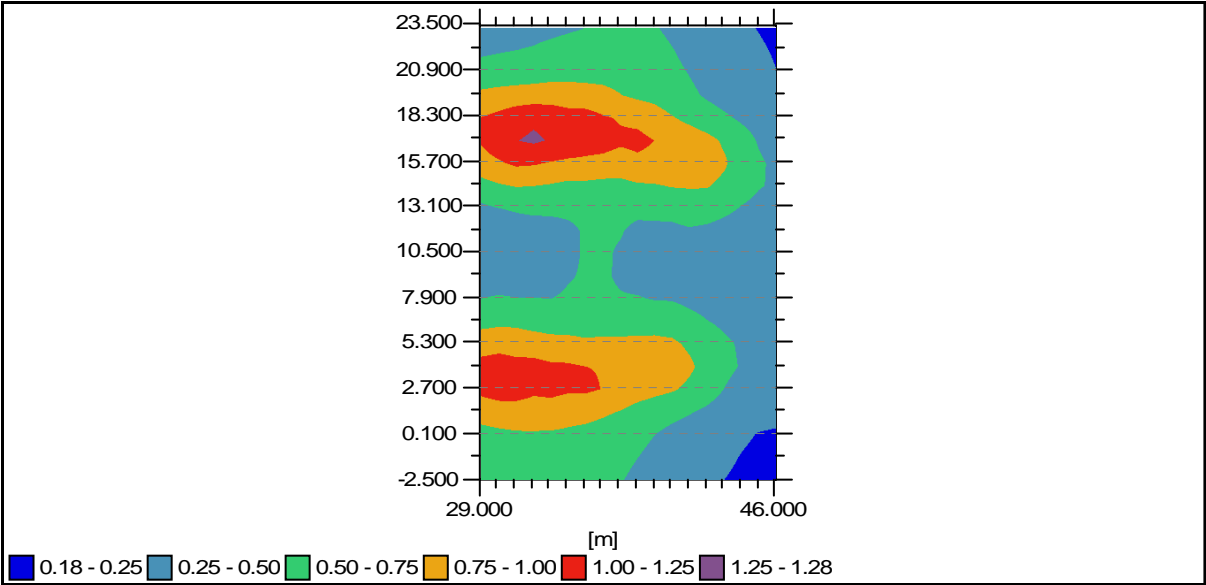
23,500	0,36	0,38	0,39	0,42	0,43	0,47	0,50	0,53	0,54	0,52	0,51	0,45	0,39	0,35	0,31
22,200	0,46	0,48	0,50	0,52	0,57	0,60	0,62	0,61	0,61	0,60	0,57	0,51	0,44	0,39	0,35
20,900	0,59	0,61	0,62	0,64	0,67	0,69	0,69	0,68	0,67	0,65	0,60	0,55	0,49	0,43	0,38
19,600	0,81	0,84	0,85	0,87	0,86	0,84	0,83	0,81	0,76	0,71	0,67	0,61	0,54	0,47	0,42
18,300	1,01	1,07	1,16	1,21	1,19	1,12	1,12	1,03	0,98	0,94	0,86	0,77	0,69	0,60	0,53
17,000	1,03	1,14	1,24	1,28	1,23	1,19	1,12	1,10	1,04	1,06	1,00	0,94	0,89	0,82	0,71
15,700	0,91	0,97	1,04	1,03	0,98	0,95	0,94	0,92	0,89	0,94	0,92	0,91	0,90	0,88	0,78
14,400	0,66	0,73	0,76	0,75	0,73	0,69	0,69	0,67	0,68	0,72	0,73	0,76	0,77	0,77	0,69
13,100	0,45	0,50	0,52	0,55	0,53	0,54	0,54	0,55	0,55	0,54	0,56	0,58	0,62	0,61	0,55
11,800	0,36	0,38	0,40	0,40	0,44	0,47	0,52	0,52	0,51	0,46	0,45	0,45	0,48	0,45	0,42
10,500	0,34	0,35	0,36	0,38	0,40	0,46	0,52	0,53	0,48	0,42	0,40	0,38	0,37	0,37	0,35
9,200	0,39	0,40	0,40	0,41	0,43	0,49	0,52	0,52	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,36	0,34
7,900	0,50	0,52	0,51	0,50	0,50	0,53	0,53	0,53	0,51	0,51	0,49	0,49	0,45	0,42	0,38
6,600	0,68	0,70	0,69	0,65	0,63	0,62	0,61	0,61	0,62	0,63	0,65	0,62	0,56	0,51	0,46
5,300	0,89	0,91	0,90	0,88	0,84	0,84	0,80	0,82	0,81	0,82	0,81	0,80	0,71	0,60	0,53
4,000	1,09	1,12	1,07	1,08	1,04	1,03	1,00	0,99	0,96	0,94	0,91	0,89	0,79	0,65	0,55
2,700	1,07	1,12	1,13	1,05	1,06	1,04	1,04	0,99	0,95	0,88	0,82	0,78	0,70	0,59	0,50
1,400	0,85	0,88	0,88	0,88	0,90	0,83	0,83	0,79	0,74	0,66	0,61	0,56	0,52	0,46	0,41
0,100	0,67	0,70	0,73	0,73	0,72	0,71	0,69	0,65	0,61	0,56	0,50	0,44	0,40	0,36	0,32
-1,200	0,59	0,62	0,64	0,67	0,68	0,65	0,65	0,61	0,56	0,50	0,45	0,39	0,35	0,32	0,28
-2,500	0,50	0,52	0,56	0,58	0,57	0,59	0,59	0,57	0,52	0,45	0,39	0,35	0,32	0,29	0,25
Y/X	29,000	30,000	31,000	32,000	33,000	34,000	35,000	36,000	37,000	38,000	39,000	40,000	41,000	42,000	43,000

23,500	0,28	0,24	0,21
22,200	0,31	0,27	0,23
20,900	0,34	0,30	0,25
19,600	0,37	0,33	0,28
18,300	0,47	0,41	0,34
17,000	0,59	0,48	0,40
15,700	0,63	0,53	0,46
14,400	0,58	0,51	0,48
13,100	0,49	0,45	0,43
11,800	0,39	0,36	0,36
10,500	0,33	0,30	0,29
9,200	0,31	0,30	0,29
7,900	0,35	0,34	0,35
6,600	0,42	0,41	0,42
5,300	0,48	0,46	0,46
4,000	0,48	0,45	0,44
2,700	0,42	0,38	0,37
1,400	0,35	0,31	0,30
0,100	0,28	0,24	0,23
-1,200	0,24	0,21	0,20
-2,500	0,22	0,20	0,18
Y/X	44,000	45,000	46,000

Fondo de saco (9) : Luminancia [cd/m²]



Fondo de saco (9) : Luminancia [cd/m²]

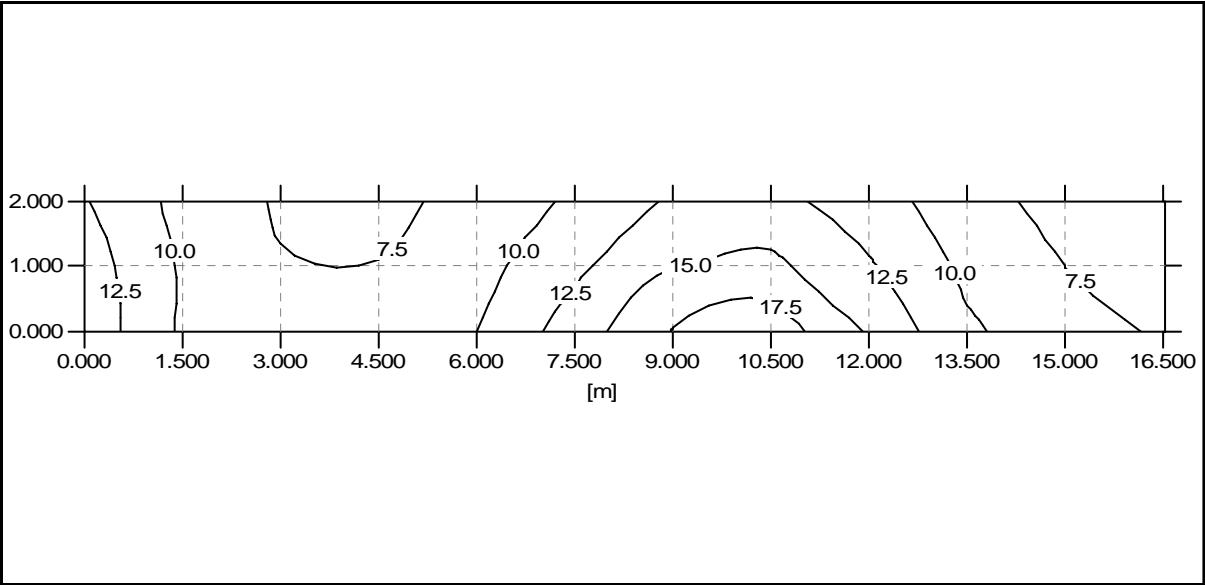


Acera norte fondo de saco (11) : Iluminancia [lux]

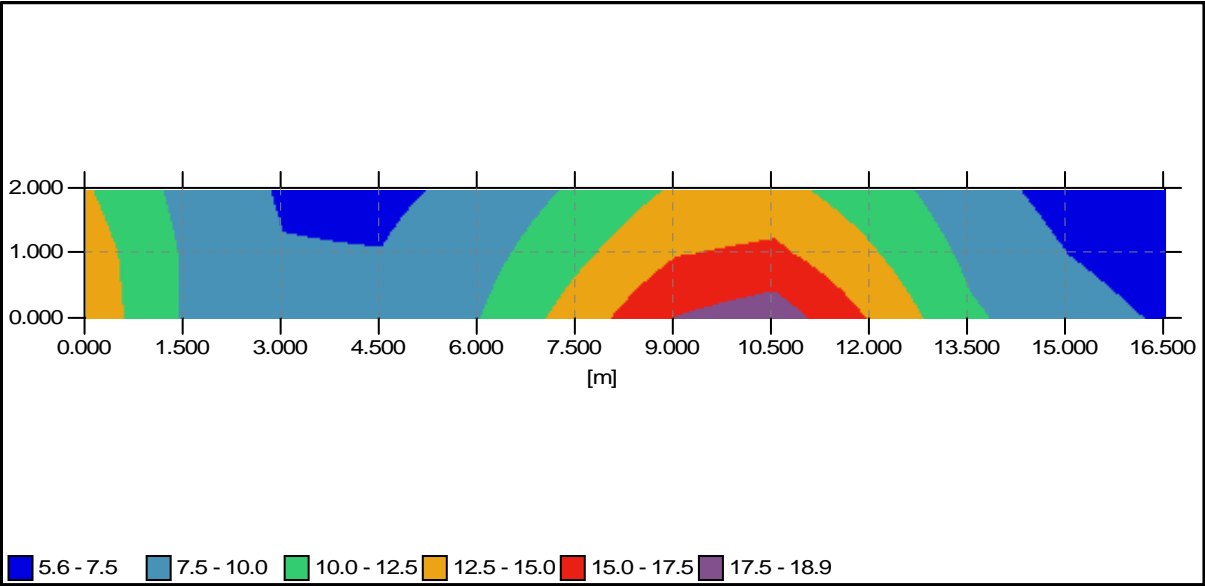
Mín : 5,6 lux    Med (A) : 10,5 lux    Máx : 18,9 lux    Uo : 53,2 %    Ug : 29,6 %

2,000	12,7	9,2	7,2	7,0	8,1	10,4	12,8	13,2	11,1	8,5	6,6	5,6
1,000	13,8	9,7	7,6	7,6	9,1	12,0	14,9	15,5	12,7	9,4	7,5	6,4
0,000	14,2	9,7	7,9	8,0	10,0	13,7	17,6	18,9	14,7	10,4	8,4	7,2
y'/x'	0,000	1,500	3,000	4,500	6,000	7,500	9,000	10,500	12,000	13,500	15,000	16,500

Acera norte fondo de saco (11) : Iluminancia [lux]



Acera norte fondo de saco (11) : Iluminancia [lux]

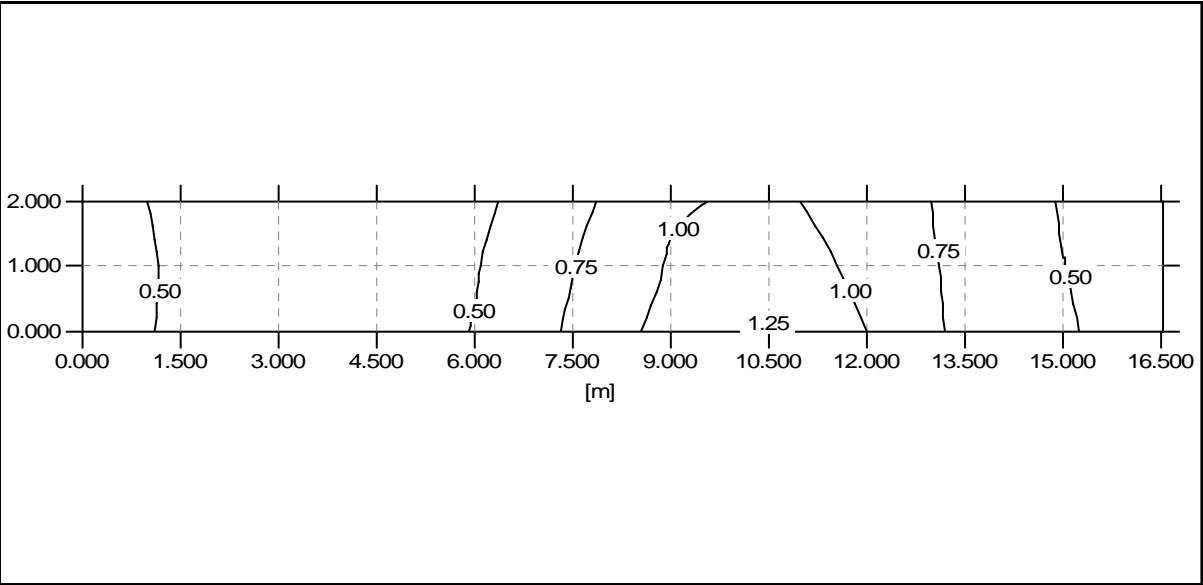


Acera norte fondo de saco (11) : Luminancia [cd/m²]

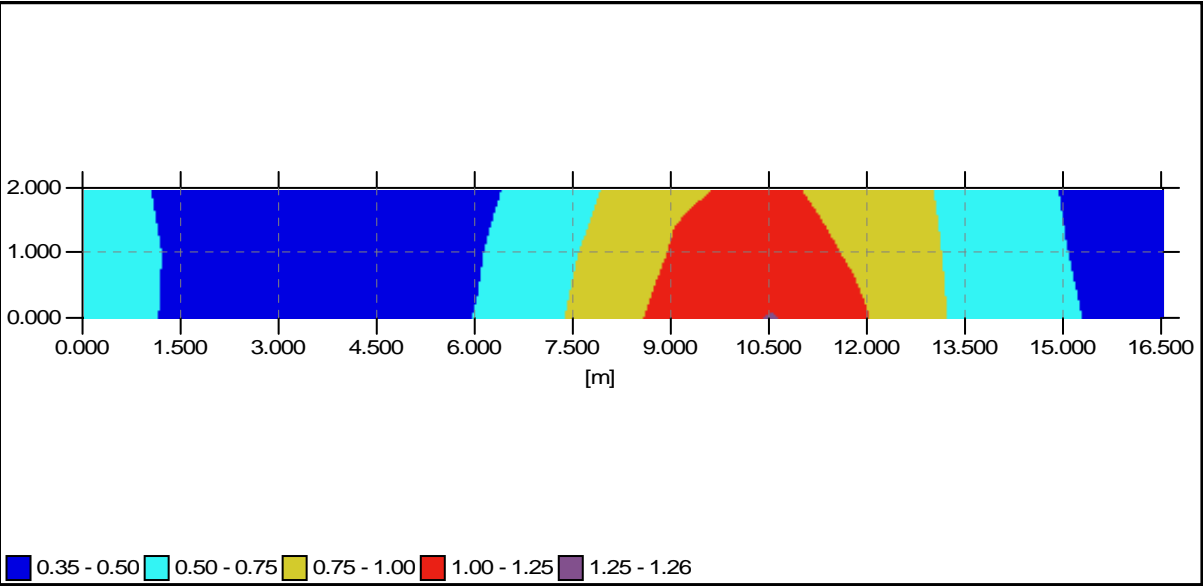
Mín : 0,35 cd/m Med (A) 0,64 cd/m² Máx : 1,26 cd/m² Uo : 54,5 % Ug : 27,6 %

2,000	0,62	0,44	0,35	0,35	0,44	0,68	0,97	1,04	0,90	0,67	0,48	0,36
1,000	0,64	0,46	0,36	0,37	0,49	0,74	1,02	1,12	0,95	0,68	0,50	0,38
0,000	0,64	0,45	0,37	0,38	0,51	0,78	1,10	1,26	1,00	0,68	0,52	0,39
y'/x'	0,000	1,500	3,000	4,500	6,000	7,500	9,000	10,500	12,000	13,500	15,000	16,500

Acera norte fondo de saco (11) : Luminancia [cd/m²]



Acera norte fondo de saco (11) : Luminancia [cd/m²]

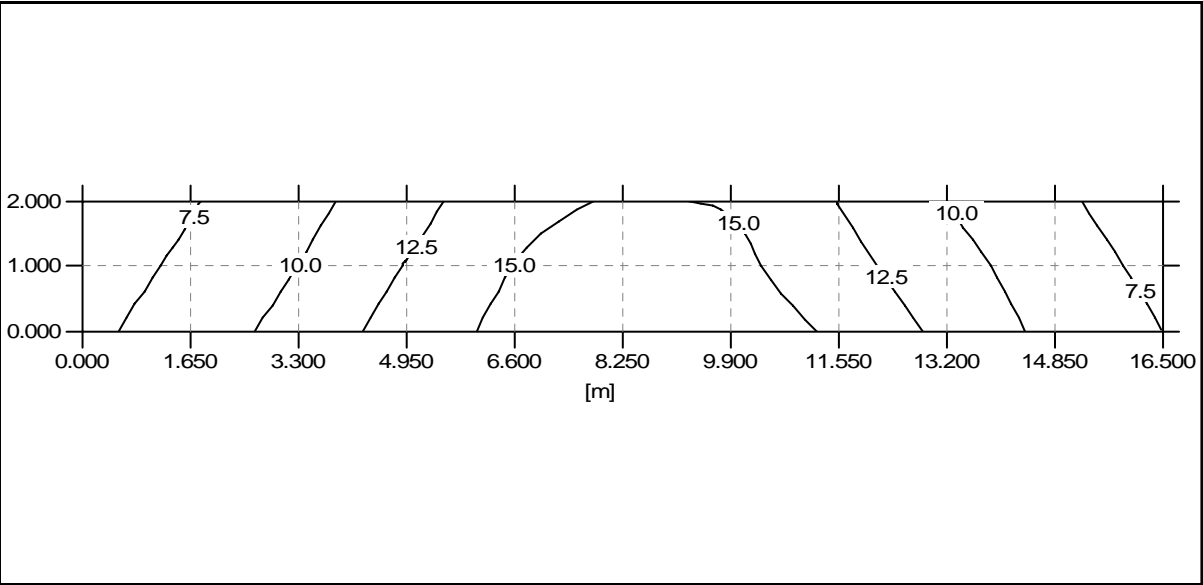


Acera este fondo de saco (12) : Iluminancia [lux]

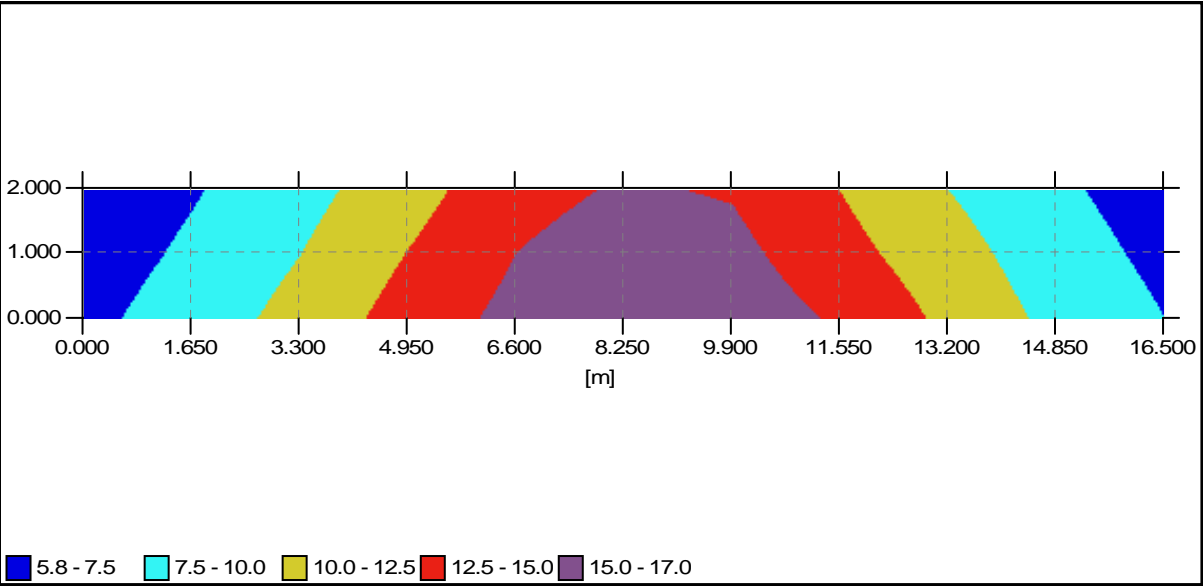
Mín : 5,8 lux    Med (A) 11,2 lux    Máx : 17,0 lux    Uo : 51,7 %    Ug : 34,2 %

2,000	5,8	7,3	9,1	11,5	14,2	15,3	14,8	12,4	10,0	7,9	6,3
1,000	6,3	7,9	10,0	12,6	15,0	16,3	15,7	13,3	11,0	8,6	6,9
0,000	6,9	8,7	10,9	13,6	15,8	17,0	16,5	14,6	11,9	9,3	7,5
y'/x'	0,000	1,650	3,300	4,950	6,600	8,250	9,900	11,550	13,200	14,850	16,500

Acera este fondo de saco (12) : Iluminancia [lux]



Acera este fondo de saco (12) : Iluminancia [lux]



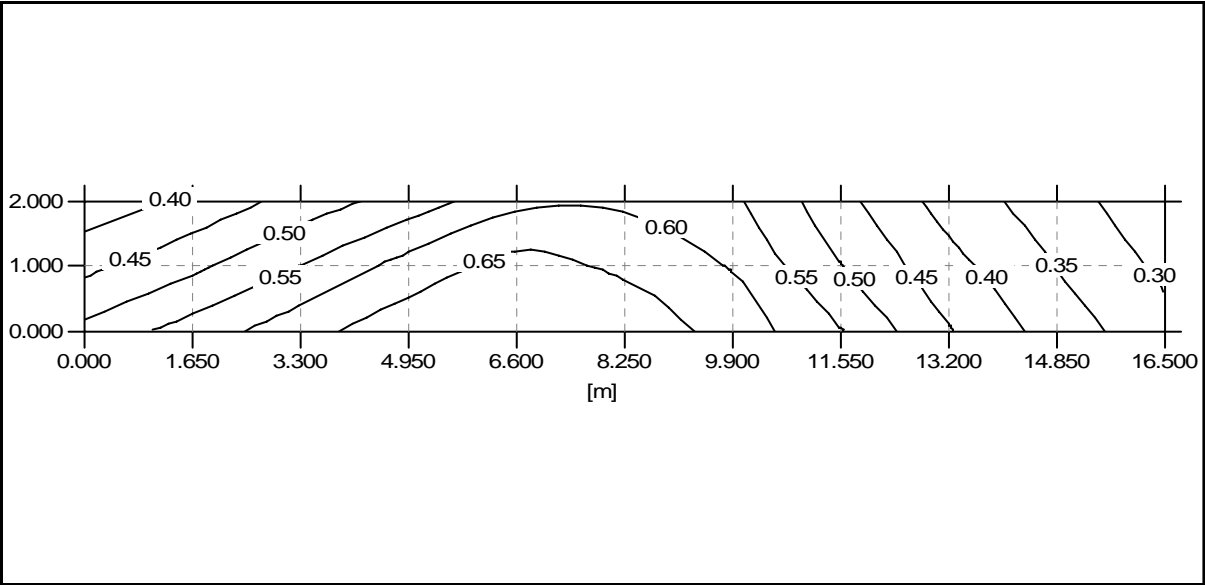


Acera este fondo de saco (12) : Luminancia [cd/m²]

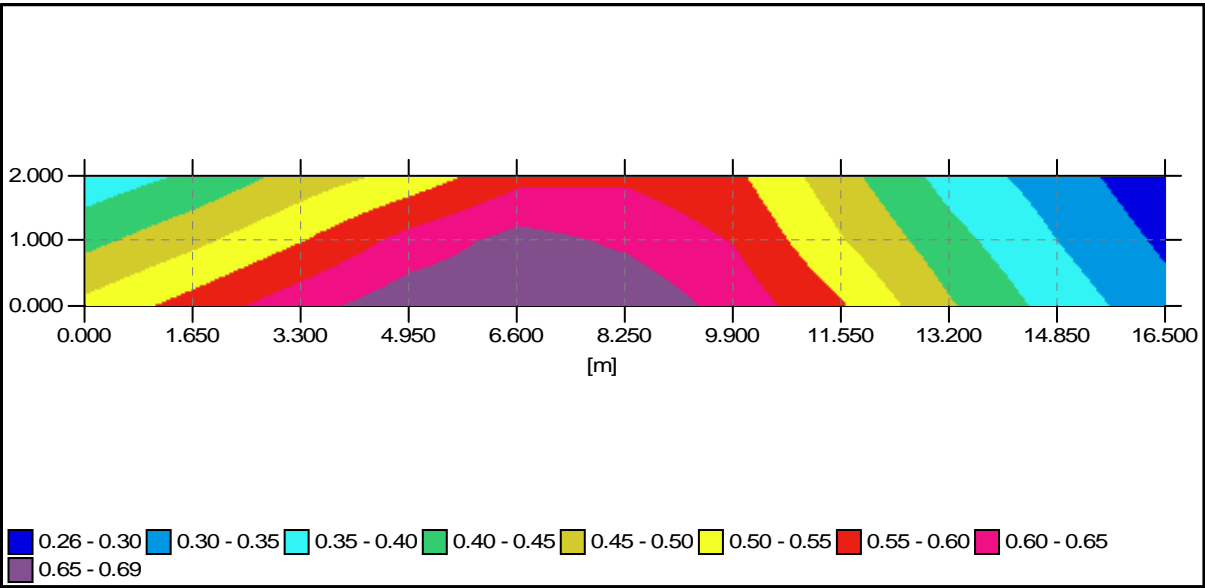
Mín : 0,26 cd/m Med (A) 0,50 cd/m² Máx : 0,69 cd/m² Uo : 52,3 % Ug : 38,0 %

2,000	0,37	0,41	0,47	0,52	0,58	0,59	0,56	0,46	0,38	0,32	0,26
1,000	0,44	0,49	0,55	0,62	0,67	0,64	0,60	0,50	0,42	0,35	0,29
0,000	0,51	0,57	0,63	0,68	0,69	0,69	0,63	0,55	0,45	0,38	0,32
y'/x'	0,000	1,650	3,300	4,950	6,600	8,250	9,900	11,550	13,200	14,850	16,500

Acera este fondo de saco (12) : Luminancia [cd/m²]



Acera este fondo de saco (12) : Luminancia [cd/m²]

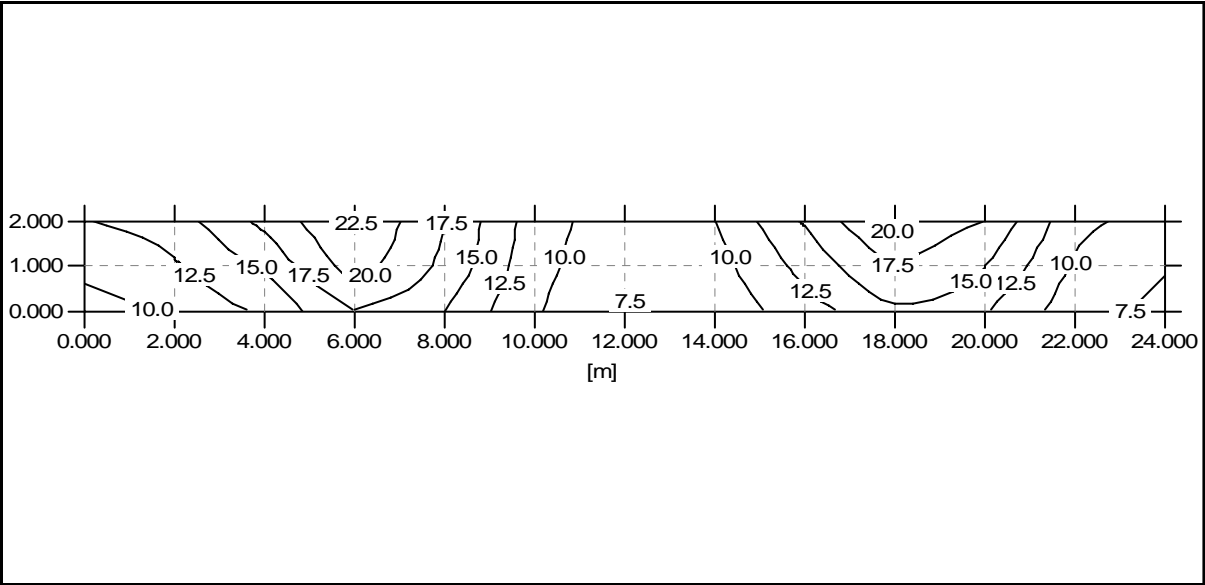


Acera sur fondo de saco (13) : Iluminancia [lux]

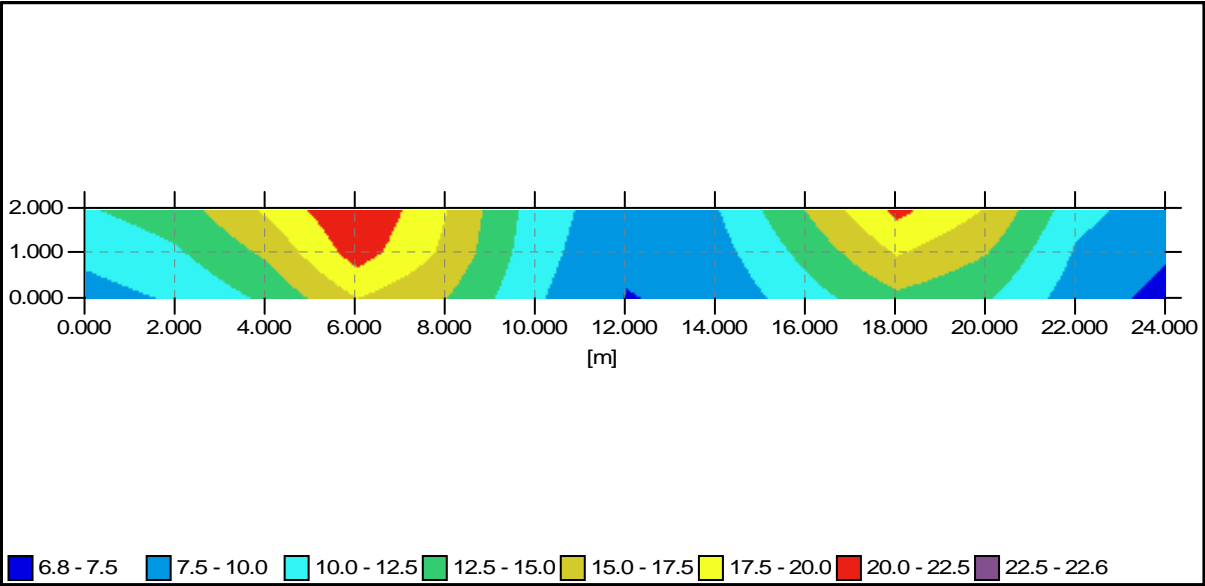
Mín : 6,8 lux    Med (A) 12,8 lux    Máx : 22,6 lux    Uo : 52,7 %    Ug : 29,9 %

2,000	12,4	13,8	18,1	22,6	17,6	11,3	8,3	9,9	15,2	20,9	17,5	10,9	8,7
1,000	10,7	12,2	15,4	21,2	16,9	10,8	8,0	9,0	13,3	17,7	15,1	9,7	7,7
0,000	9,0	10,3	13,0	17,5	15,0	10,3	7,4	8,1	11,5	14,4	12,8	8,7	6,8
y'/x'	0,000	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000	22,000	24,000

Acera sur fondo de saco (13) : Iluminancia [lux]



Acera sur fondo de saco (13) : Iluminancia [lux]

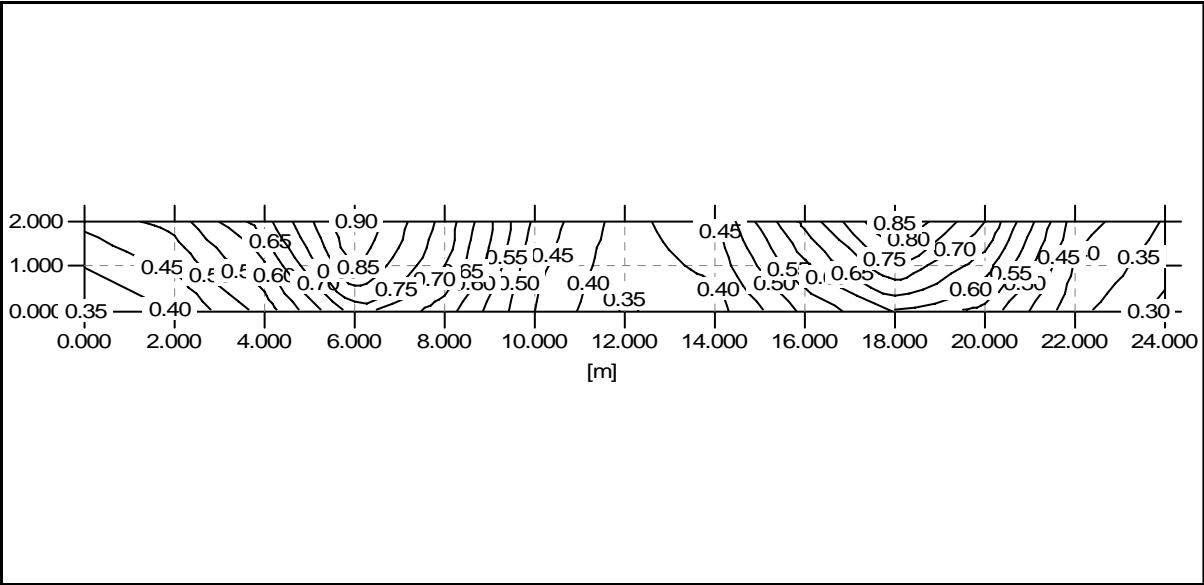


Acera sur fondo de saco (13) : Luminancia [cd/m²]

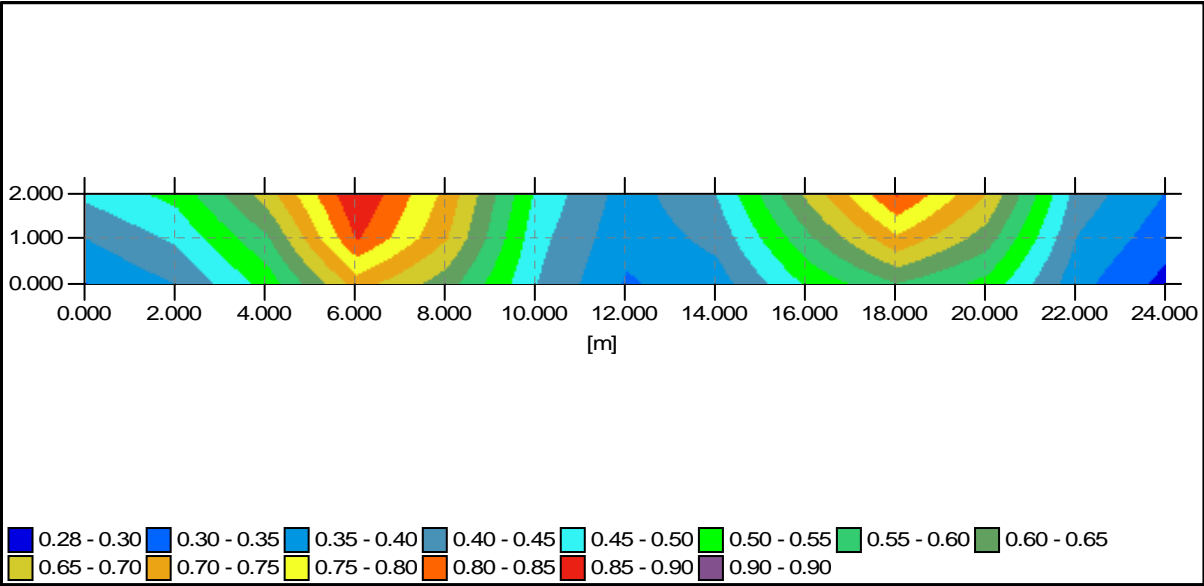
Mín : 0,28 cd/m Med (A) 0,53 cd/m² Máx : 0,90 cd/m² Uo : 53,6 % Ug : 31,4 %

2,000	0,47	0,52	0,68	0,90	0,73	0,49	0,38	0,45	0,66	0,86	0,70	0,43	0,35
1,000	0,40	0,46	0,59	0,86	0,70	0,47	0,36	0,42	0,59	0,74	0,63	0,40	0,32
0,000	0,35	0,40	0,52	0,73	0,62	0,45	0,34	0,38	0,51	0,60	0,54	0,37	0,28
y'/x'	0,000	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000	22,000	24,000

Acera sur fondo de saco (13) : Luminancia [cd/m²]



Acera sur fondo de saco (13) : Luminancia [cd/m²]

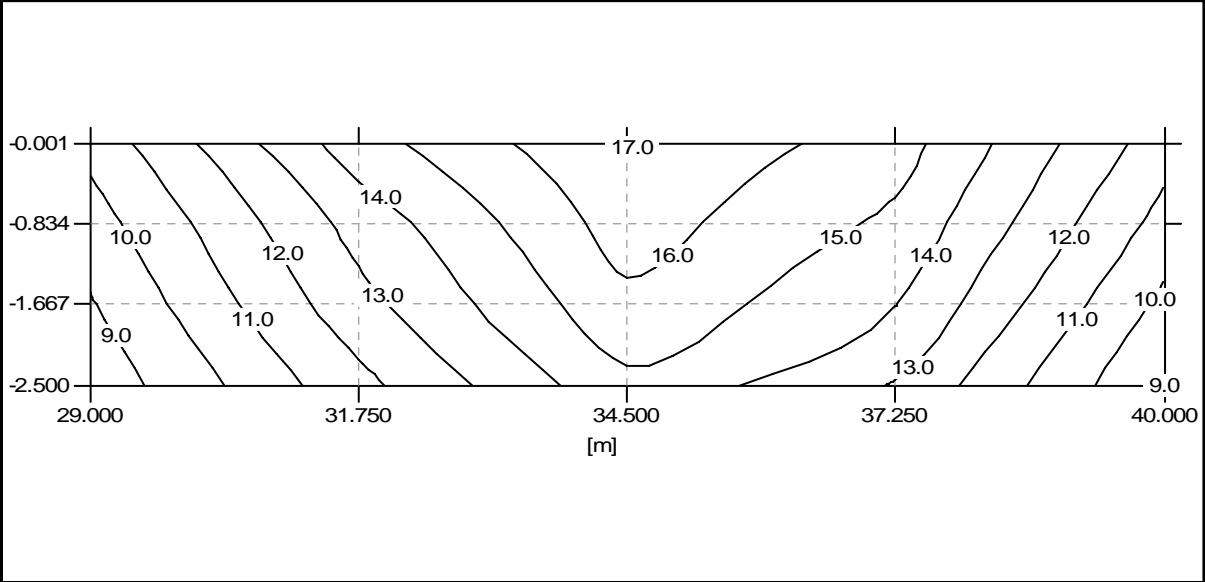


Acera oeste fondo de saco (14) : Iluminancia [lux]

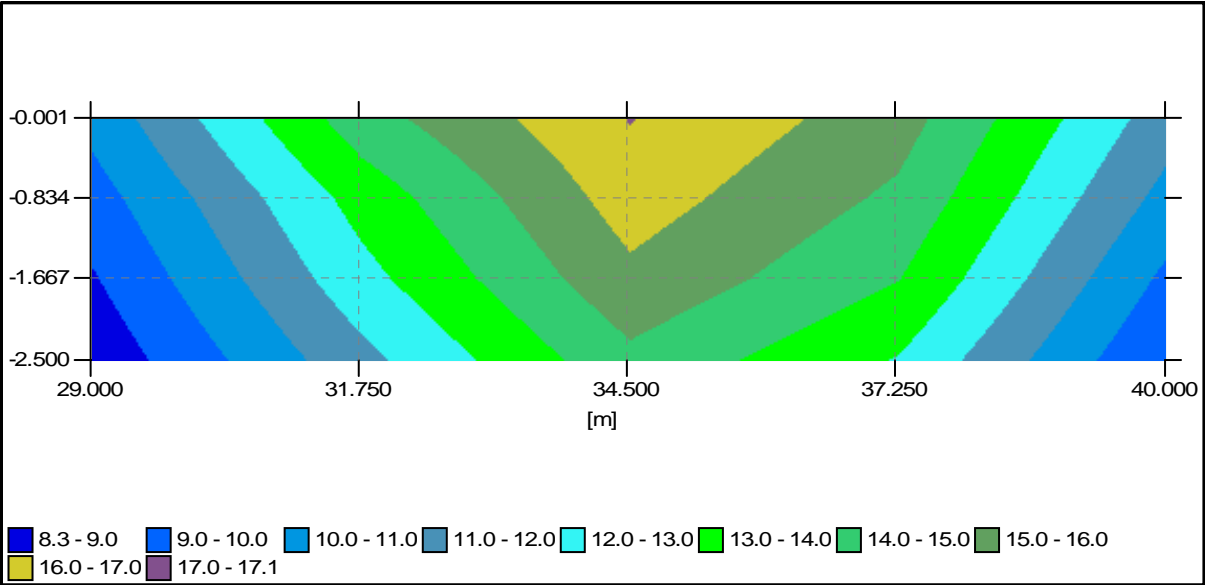
Mín : 8,3 lux    Med (A) 12,6 lux    Máx : 17,1 lux    Uo : 65,9 %    Ug : 48,6 %

-0,001	10,3	14,6	17,1	15,5	11,5
-0,834	9,6	13,4	16,5	14,8	10,7
-1,667	8,9	12,7	15,8	14,0	9,8
-2,500	8,3	11,7	14,8	12,9	9,0
Y/X	29,000	31,750	34,500	37,250	40,000

Acera oeste fondo de saco (14) : Iluminancia [lux]



Acera oeste fondo de saco (14) : Iluminancia [lux]

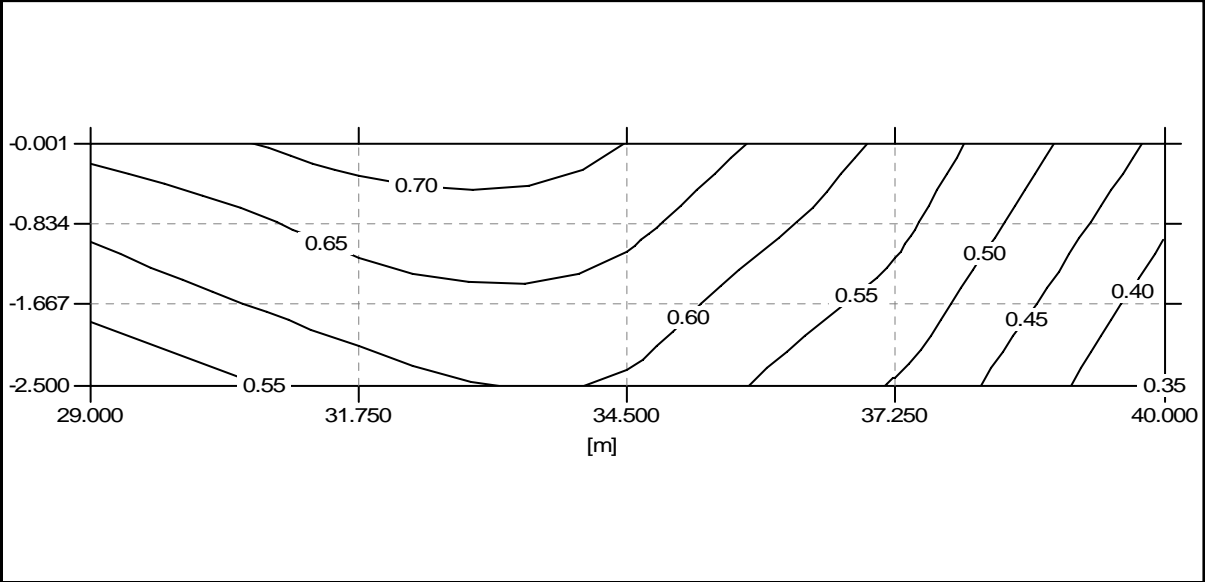


Acera oeste fondo de saco (14) : Luminancia [cd/m²]

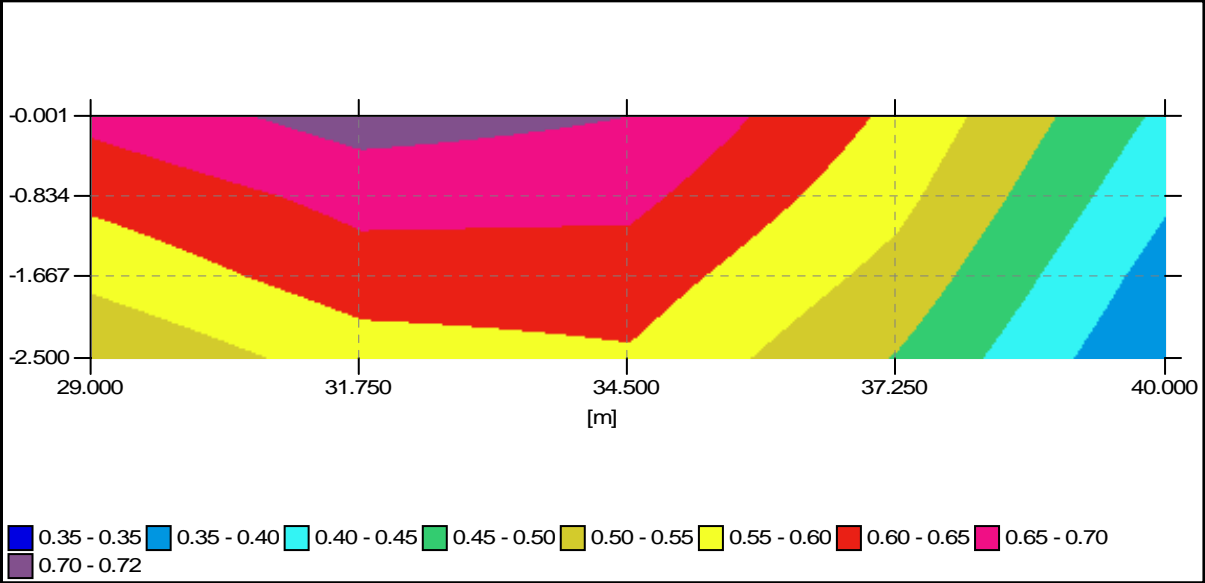
Mín : 0,35 cd/m Med (A) 0,56 cd/m² Máx : 0,72 cd/m² Uo : 61,9 % Ug : 48,2 %

-0,001	0,67	0,72	0,70	0,59	0,44
-0,834	0,61	0,67	0,66	0,56	0,41
-1,667	0,56	0,63	0,63	0,53	0,38
-2,500	0,50	0,58	0,59	0,50	0,35
Y/X	29,000	31,750	34,500	37,250	40,000

Acera oeste fondo de saco (14) : Luminancia [cd/m²]




Acera oeste fondo de saco (14) : Luminancia [cd/m²]



**Información general (Contin.)****Detalles de las configuraciones**

## • Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
93233A	Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3	10,5	0,91	

**Detalles de los grupos**

Lineal												
Nº	Principio			Luminaria				Geometría				
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Rot	Pendie	Inclina
1	-35,000	-0,300	10,000	93233A	0,0	1,0	0,0	2	35,000	0,0	0,0	0,0
2	37,500	20,750	10,000	93233A	180,0	4,0	0,0	1	35,000	353,0	0,0	0,0
3	35,000	-0,300	10,000	93233A	0,0	4,0	0,0	1	35,000	0,0	0,0	0,0

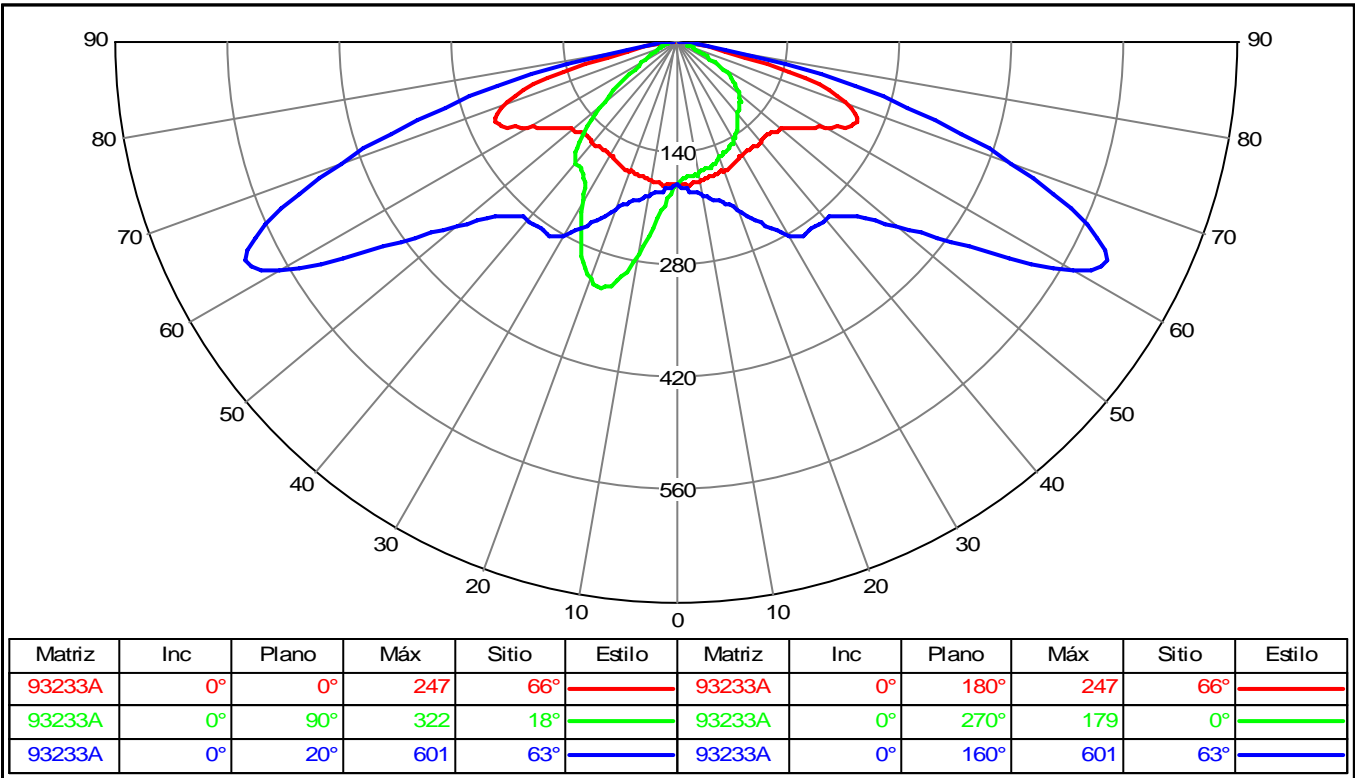
Documentos fotométricos

93233A

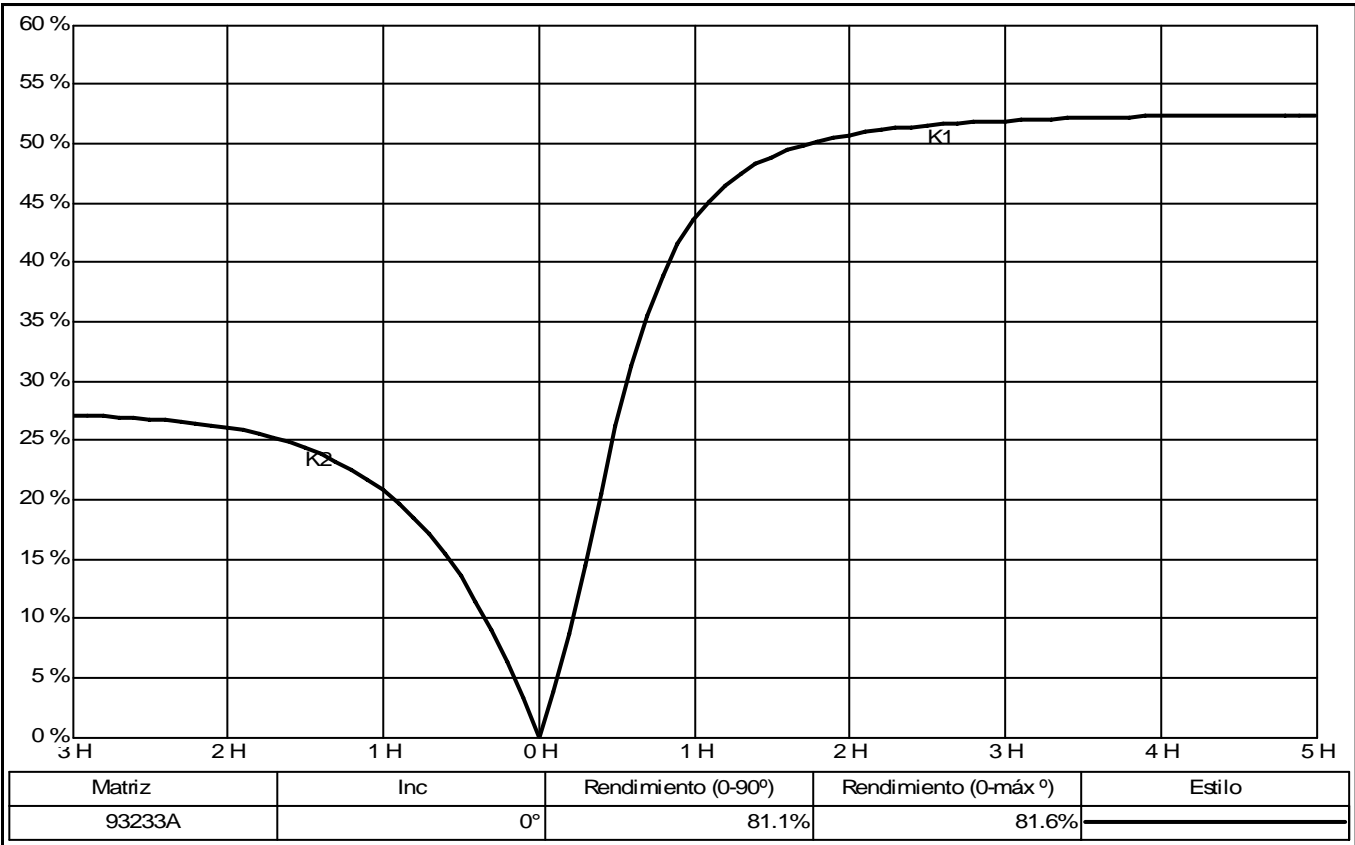


Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... \AP\_D2\_Calculos\_Vial-H\_Dr-Cerrada.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Calzada (1)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Malla principal (TI) (4)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Centro del carril 1 (5)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :



**Geometría****Posición de**

X : -17,500

Y : 1,500

Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 40

Interdistancia 2,000

Tamaño X : 78,000

**Cálculo**Iluminancia : ☒

Faceta : Normal

Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐

X : -60,000

Y : 3,000

Z : 1,500

**Superficie de la**

Tabla R : R2007

Qo : 0,07

**• Centro del carril 2 (6)****General**

Tipo : Lineal

Activado : ☒Máscaras ☒Color : **Geometría****Posición de**

X : -17,500

Y : 4,500

Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 40

Interdistancia 2,000

Tamaño X : 78,000

**Cálculo**Iluminancia : ☒

Faceta : Normal

Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐

X : -60,000

Y : 3,000

Z : 1,500

**Superficie de la**

Tabla R : R2007

Qo : 0,07

**• Acera oeste (7)****General**

Tipo : Rectangular

Activado : ☒Máscaras ☒Color : **Geometría****Posición de**

X : -17,500

Y : -2,000

Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 15

Interdistancia 2,000

Tamaño X : 28,000

Nº Y : 4

Interdistancia 0,667

Tamaño Y : 2,001

**Cálculo**Iluminancia : ☒

Faceta : Normal

Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐

X : -60,000

Y : 3,000

Z : 1,500

**Superficie de la**

Tabla R : R2007

Qo : 0,07

**• Acera oeste (8)**

**General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : • **Acera oeste (9)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X :  Y :  Z : **Superficie de la**Tabla R :  Qo : • **Acera oeste (10)****General**Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color : **Geometría****Posición de**X :  Y :  Z : **Tamaño**Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y : **Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

Posición del

Móvil : ☐

X : 

-60,000

Y : 

3,000

Z : 

1,500

Superficie de la

Tabla R : 

R2007

Qo : 

0,07

• Aparcamiento (11)

General

Tipo : 

Rectangular

Activado : ☒

Máscaras ☒

Color :

Geometría

Posición de

X : 

12,500

Y : 

-5,000

Z : 

0,000

Tamaño

Nº X : 

24

 Interdistancia 

2,000

 Tamaño X : 

46,000

Nº Y : 

6

 Interdistancia 

1,000

 Tamaño Y : 

5,000

Cálculo

Iluminancia : ☒

Faceta : 

Normal

Luminancia : ☒

Posición del

Móvil : ☐

X : 

-60,000

Y : 

3,000

Z : 

1,500

Superficie de la

Tabla R : 

R2007

Qo : 

0,07

• Acera este (12)

General

Tipo : 

Rectangular

Activado : ☒

Máscaras ☒

Color :

Geometría

Posición de

X : 

-17,500

Y : 

6,000

Z : 

0,000

Tamaño

Nº X : 

40

 Interdistancia 

2,000

 Tamaño X : 

78,000

Nº Y : 

4

 Interdistancia 

0,666

 Tamaño Y : 

1,998

Cálculo

Iluminancia : ☒

Faceta : 

Normal

Luminancia : ☒

Posición del

Móvil : ☐

X : 

-60,000

Y : 

3,000

Z : 

1,500

Superficie de la

Tabla R : 

R2007

Qo : 

0,07

Resumen

Resumen sobre las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Calzada (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	4,7	27,6	12,2	17,0	38,3
Luminancia (cd/m²)	0,44	1,31	0,84	33,8	52,5

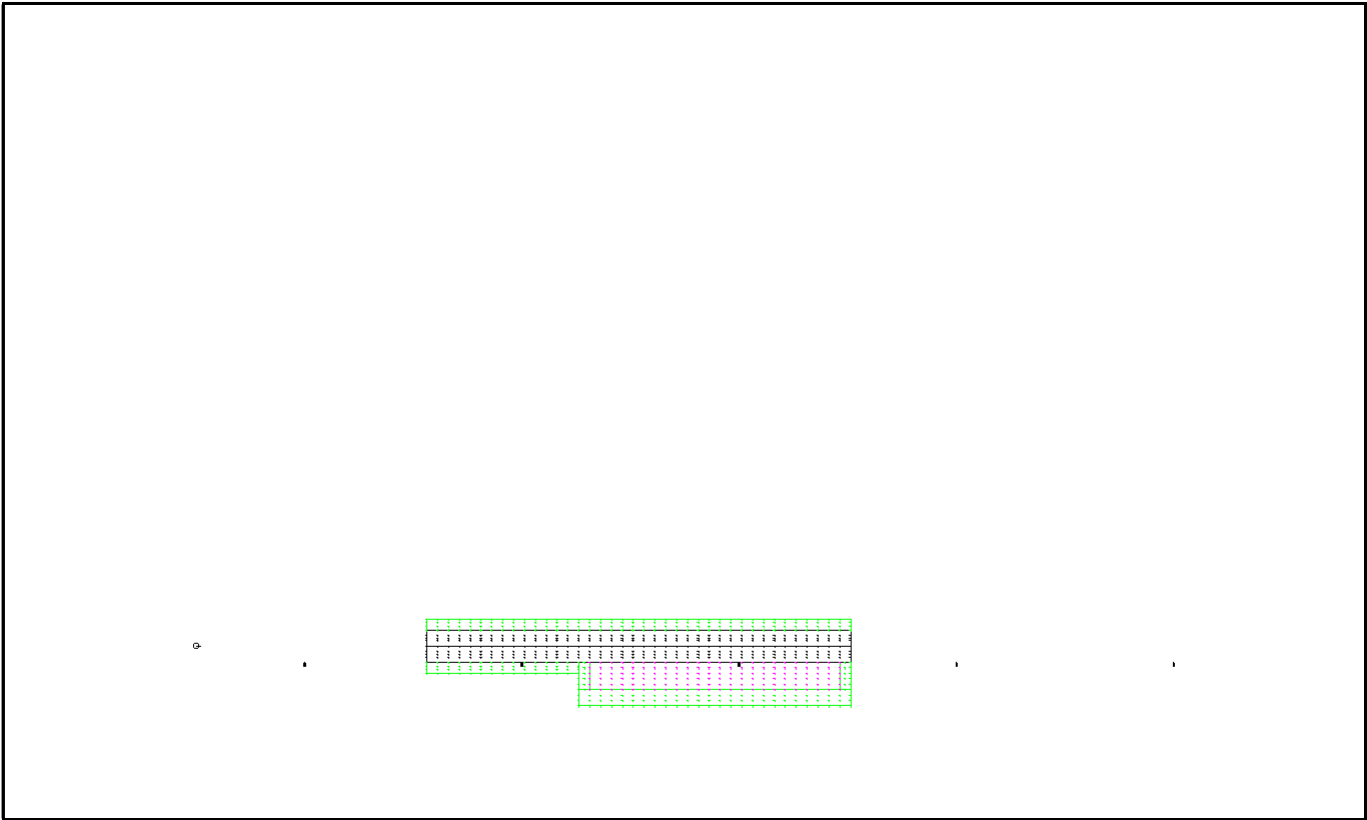
Malla principal (TI) (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,44	1,31	0,84	33,8	52,5

Centro del carril 1 (5)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	6,9	26,2	12,8	26,5	54,2
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,73	1,21	0,98	60,3	74,6
Centro del carril 2 (6)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	9,1	20,0	13,2	45,7	69,0
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,61	0,98	0,83	62,2	73,5
Acera oeste (7)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,8	18,6	9,2	14,9	30,3
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,32	0,86	0,59	37,1	54,6
Acera oeste (8)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	3,1	6,6	4,4	47,1	70,5
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,20	0,63	0,35	31,4	56,7
Acera oeste (9)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	1,7	10,9	3,7	15,4	44,8
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,12	0,44	0,21	28,3	60,6
Acera oeste (10)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	1,9	4,7	2,9	40,7	65,2
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,18	0,75	0,39	23,6	45,7
Aparcamiento (11)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	1,9	18,6	6,2	10,3	30,8
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,17	0,88	0,44	19,2	38,1
Acera este (12)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	4,3	13,2	8,2	33,0	53,3
Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	0,23	0,83	0,49	27,9	47,0

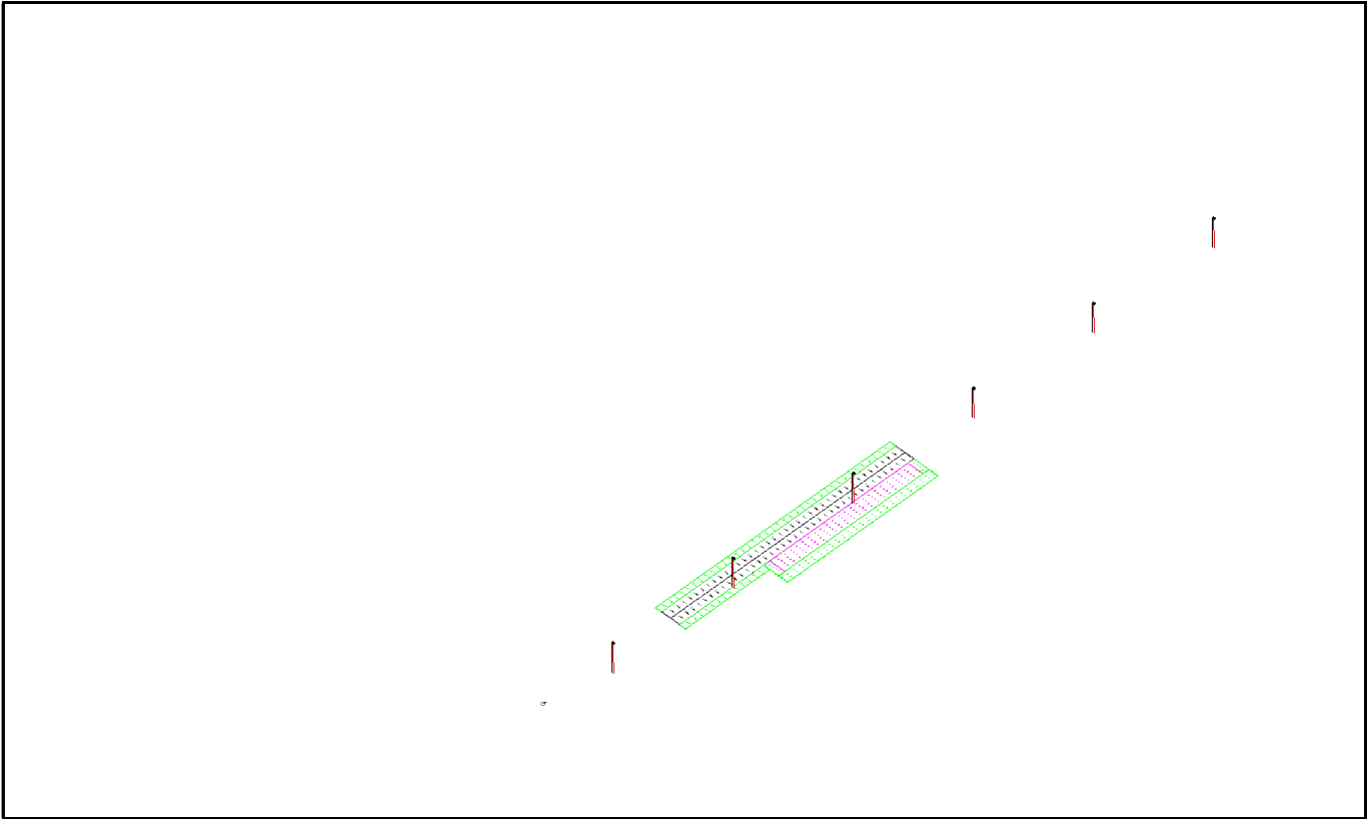
### Resumen de los observadores

Observador (1) (Posición : -60,000, 3,000, 1,500)	VL Mínimo [cd/m <sup>2</sup> ] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,000, 1,500)	VL Máximo [cd/m <sup>2</sup> ] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,000, 1,500)	TI Mínimo [%] :	0,7	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 3,000, 1,500)	TI Máximo [%] :	0,7	Dirección [°] :	0

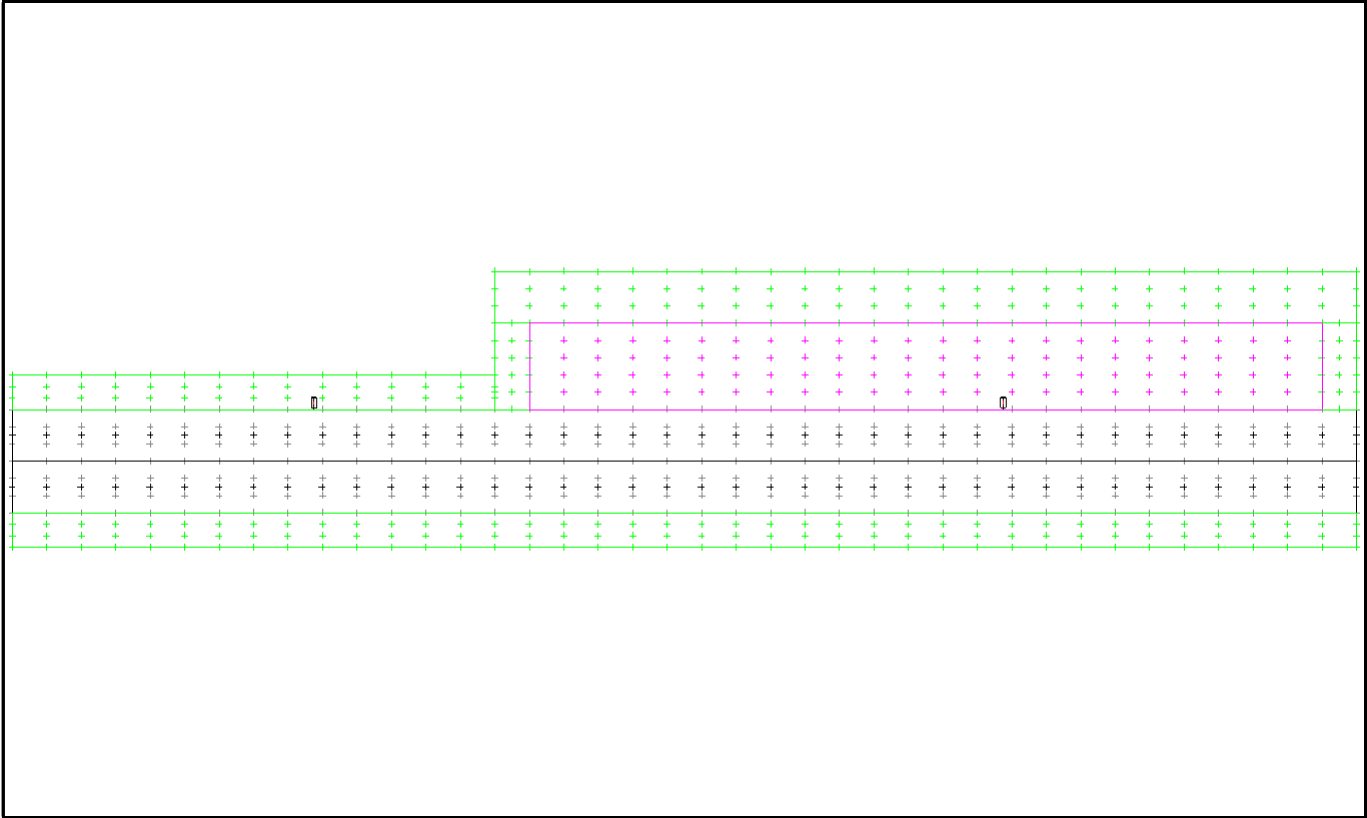
Vista en planta Configuración (1)



Vista en 3D Configuración (1)



Vista actual Configuración (1)



Resultados de las mallas

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Calzada (1) : Iluminancia [lux]

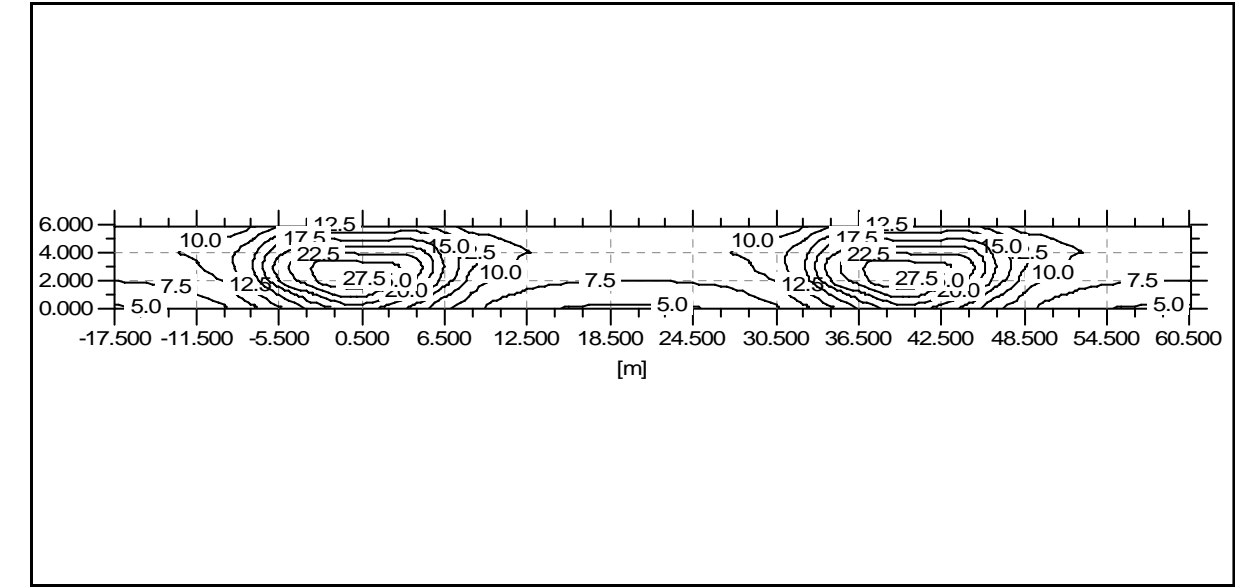
Mín : 4,7 luxMed (A) 12,2 luxMáx : 27,6 luxUo : 38,3 %Ug : 17,0 %

6,000	9,2	9,3	9,0	8,6	8,2	9,5	11,8	12,7	12,5	12,6	12,5	13,2	10,7	8,6	8,4
5,000	9,4	9,7	9,7	9,9	10,3	12,2	16,1	17,7	17,2	16,5	17,1	17,2	13,9	10,9	10,0
4,000	9,2	9,5	9,8	10,3	11,4	14,1	19,5	21,7	22,7	22,0	22,1	21,5	16,4	12,5	10,8
3,000	8,5	8,8	9,1	9,8	11,3	14,7	21,5	24,6	26,6	26,5	25,8	23,6	17,5	12,7	10,5
2,000	7,6	7,8	8,0	8,7	10,1	13,6	19,9	23,8	27,1	27,6	25,1	22,2	16,3	11,5	9,3
1,000	6,4	6,5	6,8	7,5	8,7	11,5	15,3	19,2	22,6	23,5	20,7	17,5	13,2	9,9	8,0
0,000	4,7	4,9	5,3	6,0	7,2	9,4	12,2	15,3	17,9	18,6	16,7	13,9	10,6	8,2	6,6
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500

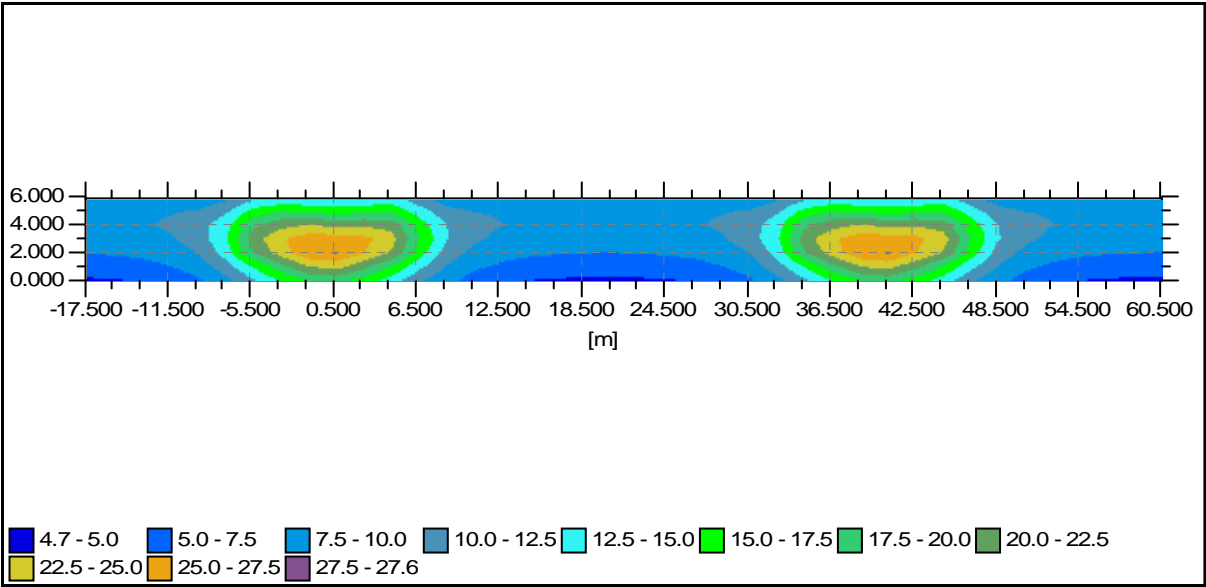
6,000	8,8	9,2	9,3	9,1	9,0	9,2	9,3	9,0	8,6	8,2	9,5	11,8	12,7	12,5	12,6
5,000	9,8	9,8	9,6	9,3	9,2	9,4	9,7	9,7	9,9	10,3	12,2	16,1	17,7	17,2	16,5
4,000	10,0	9,6	9,4	9,0	8,9	9,2	9,5	9,8	10,3	11,4	14,1	19,5	21,7	22,7	22,0
3,000	9,3	8,9	8,7	8,4	8,4	8,6	8,8	9,1	9,8	11,3	14,7	21,5	24,6	26,6	26,5
2,000	8,3	7,9	7,7	7,5	7,5	7,6	7,8	8,0	8,7	10,1	13,6	19,9	23,8	27,1	27,6
1,000	7,1	6,6	6,4	6,3	6,3	6,4	6,5	6,8	7,5	8,7	11,5	15,3	19,2	22,6	23,5
0,000	5,6	5,1	4,8	4,7	4,7	4,7	4,9	5,3	6,0	7,2	9,4	12,2	15,3	17,9	18,6
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500

6,000	12,5	13,2	10,7	8,6	8,4	8,8	9,2	9,3	9,1	9,0
5,000	17,1	17,2	13,9	10,9	10,0	9,8	9,8	9,6	9,3	9,2
4,000	22,1	21,5	16,4	12,5	10,8	10,0	9,6	9,4	9,0	8,9
3,000	25,8	23,6	17,5	12,7	10,5	9,3	8,9	8,7	8,4	8,4
2,000	25,1	22,2	16,3	11,5	9,3	8,3	7,9	7,7	7,5	7,5
1,000	20,7	17,5	13,2	9,9	8,0	7,1	6,6	6,4	6,3	6,3
0,000	16,7	13,9	10,6	8,2	6,6	5,6	5,1	4,8	4,7	4,7
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500

Calzada (1) : Iluminancia [lux]



Calzada (1) : Iluminancia [lux]





Calzada (1) : Luminancia [cd/m²]

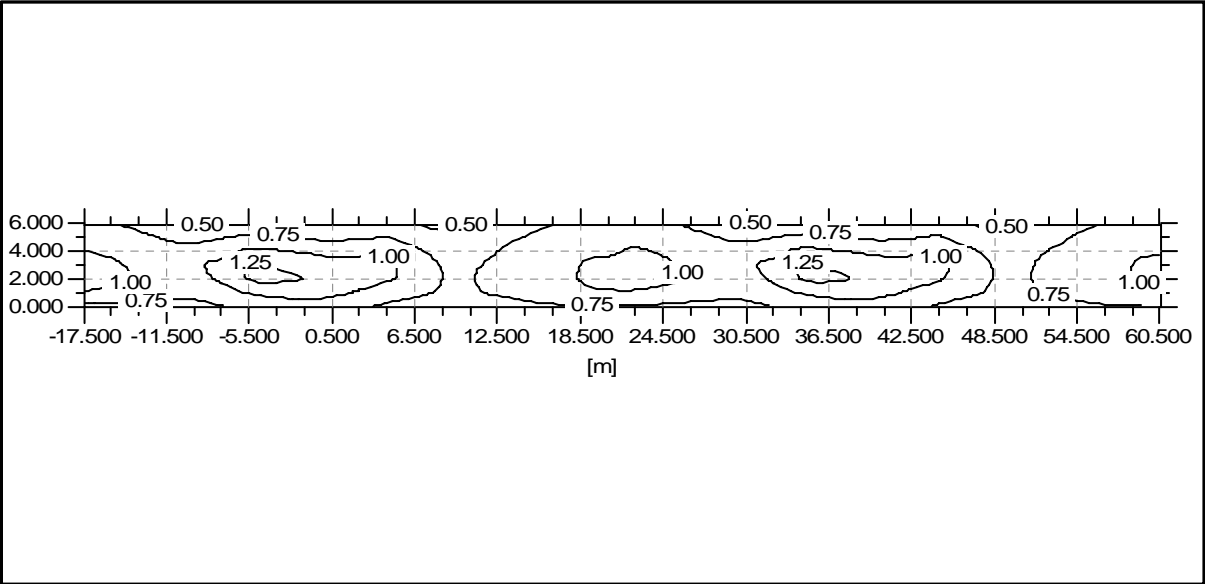
Mín : 0,44 cd/m Med (A) 0,84 cd/m² Máx : 1,31 cd/m² Uo : 52,5 % Ug : 33,8 %

6,000	0,79	0,76	0,67	0,55	0,48	0,52	0,57	0,56	0,54	0,54	0,54	0,59	0,50	0,44	0,50
5,000	0,90	0,88	0,81	0,71	0,67	0,73	0,79	0,80	0,73	0,69	0,72	0,76	0,65	0,55	0,60
4,000	1,00	0,95	0,87	0,86	0,86	0,93	1,04	1,01	0,97	0,92	0,93	0,95	0,79	0,66	0,68
3,000	1,10	1,05	0,94	0,92	0,97	1,05	1,26	1,22	1,16	1,12	1,11	1,05	0,89	0,73	0,72
2,000	1,12	1,07	0,98	0,93	0,91	1,05	1,27	1,31	1,24	1,21	1,13	1,03	0,90	0,75	0,74
1,000	0,99	0,95	0,89	0,84	0,84	0,92	1,02	1,09	1,13	1,07	0,97	0,89	0,81	0,72	0,71
0,000	0,71	0,70	0,68	0,66	0,68	0,75	0,81	0,84	0,86	0,85	0,79	0,71	0,65	0,60	0,59
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500

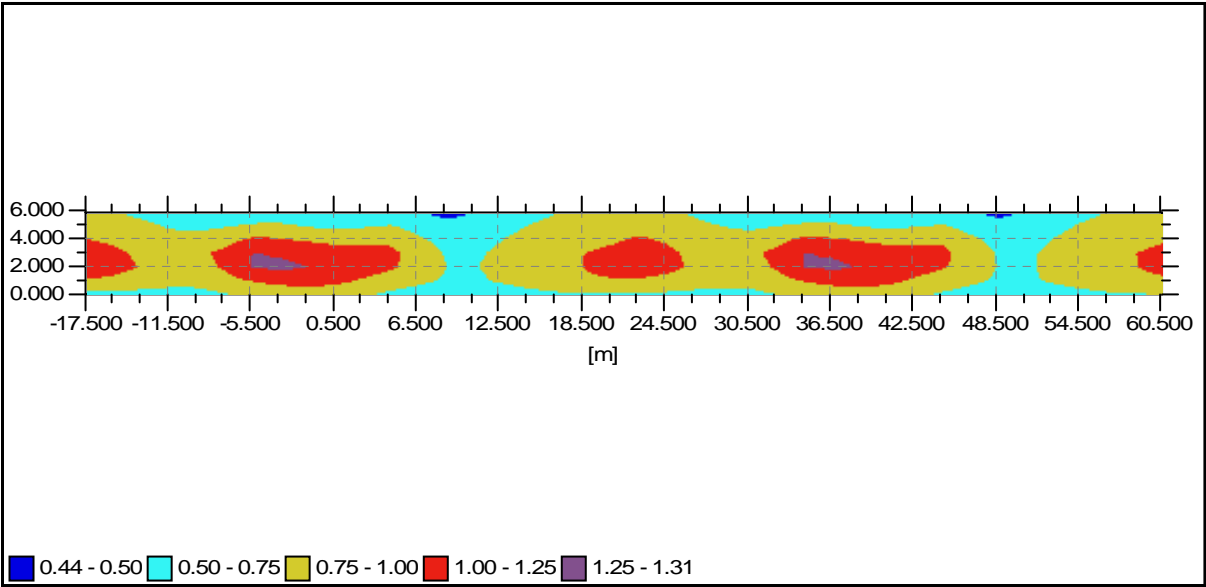
6,000	0,58	0,67	0,74	0,78	0,81	0,83	0,80	0,70	0,57	0,49	0,53	0,58	0,57	0,54	0,54
5,000	0,67	0,76	0,82	0,86	0,89	0,93	0,90	0,83	0,74	0,69	0,75	0,80	0,80	0,73	0,70
4,000	0,75	0,83	0,90	0,94	0,97	1,02	0,97	0,89	0,87	0,87	0,93	1,05	1,02	0,97	0,92
3,000	0,78	0,86	0,94	1,00	1,04	1,10	1,05	0,94	0,92	0,97	1,05	1,26	1,22	1,16	1,12
2,000	0,80	0,87	0,94	1,01	1,06	1,10	1,06	0,97	0,91	0,89	1,04	1,26	1,30	1,23	1,20
1,000	0,79	0,86	0,93	0,97	0,99	0,98	0,95	0,89	0,84	0,84	0,92	1,02	1,09	1,12	1,06
0,000	0,63	0,68	0,72	0,74	0,74	0,73	0,71	0,69	0,68	0,69	0,76	0,82	0,86	0,88	0,87
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500

6,000	0,55	0,59	0,50	0,45	0,51	0,59	0,68	0,76	0,79	0,82
5,000	0,73	0,77	0,65	0,56	0,61	0,69	0,77	0,84	0,87	0,91
4,000	0,94	0,96	0,80	0,67	0,68	0,76	0,84	0,91	0,95	0,98
3,000	1,11	1,05	0,89	0,73	0,72	0,78	0,86	0,94	1,00	1,04
2,000	1,12	1,02	0,89	0,74	0,73	0,79	0,86	0,92	1,00	1,05
1,000	0,97	0,88	0,80	0,72	0,71	0,78	0,86	0,92	0,96	0,98
0,000	0,80	0,72	0,66	0,61	0,60	0,64	0,68	0,73	0,75	0,75
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500

Calzada (1) : Luminancia [cd/m²]



Calzada (1) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]

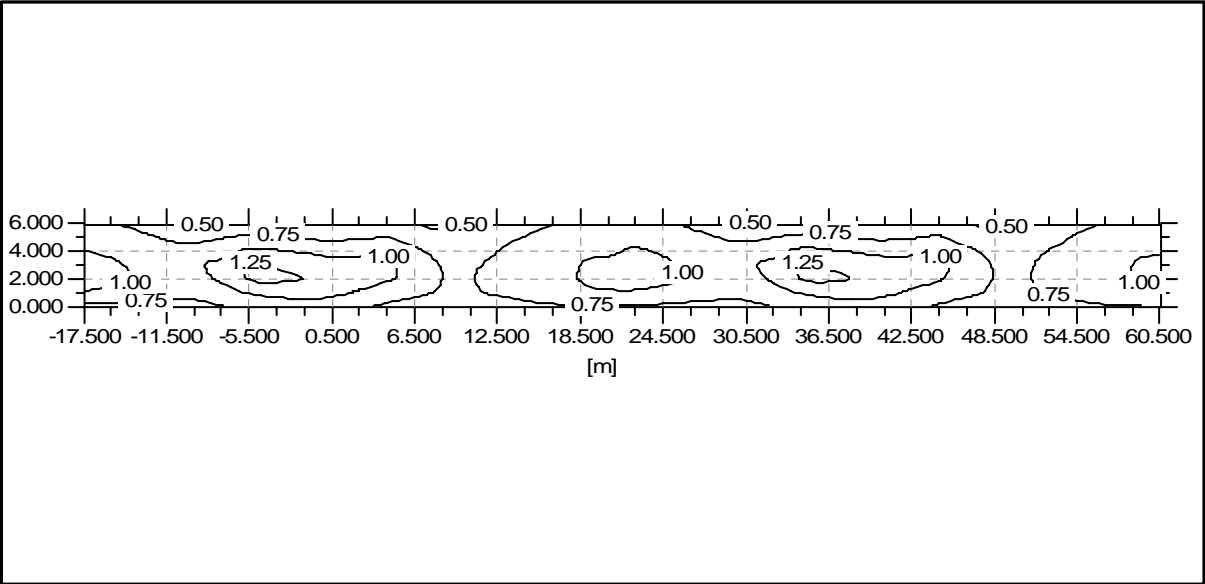
Mín : 0,44 cd/m Med (A) 0,84 cd/m² Máx : 1,31 cd/m² Uo : 52,5 % Ug : 33,8 %

6,000	0,79	0,76	0,67	0,55	0,48	0,52	0,57	0,56	0,54	0,54	0,54	0,59	0,50	0,44	0,50
5,000	0,90	0,88	0,81	0,71	0,67	0,73	0,79	0,80	0,73	0,69	0,72	0,76	0,65	0,55	0,60
4,000	1,00	0,95	0,87	0,86	0,86	0,93	1,04	1,01	0,97	0,92	0,93	0,95	0,79	0,66	0,68
3,000	1,10	1,05	0,94	0,92	0,97	1,05	1,26	1,22	1,16	1,12	1,11	1,05	0,89	0,73	0,72
2,000	1,12	1,07	0,98	0,93	0,91	1,05	1,27	1,31	1,24	1,21	1,13	1,03	0,90	0,75	0,74
1,000	0,99	0,95	0,89	0,84	0,84	0,92	1,02	1,09	1,13	1,07	0,97	0,89	0,81	0,72	0,71
0,000	0,71	0,70	0,68	0,66	0,68	0,75	0,81	0,84	0,86	0,85	0,79	0,71	0,65	0,60	0,59
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500

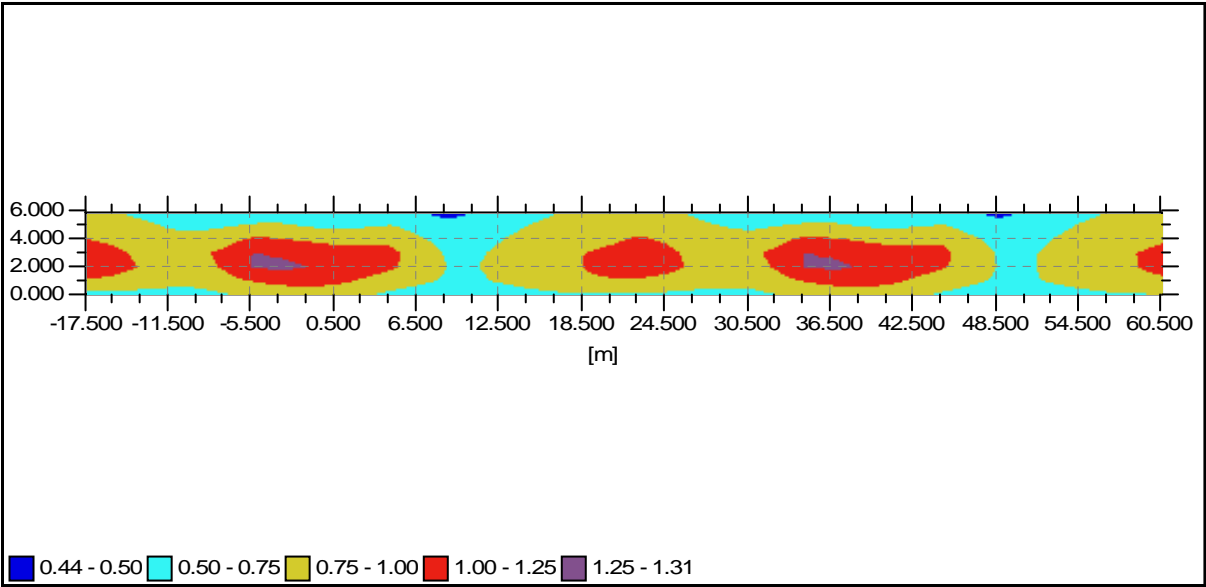
6,000	0,58	0,67	0,74	0,78	0,81	0,83	0,80	0,70	0,57	0,49	0,53	0,58	0,57	0,54	0,54
5,000	0,67	0,76	0,82	0,86	0,89	0,93	0,90	0,83	0,74	0,69	0,75	0,80	0,80	0,73	0,70
4,000	0,75	0,83	0,90	0,94	0,97	1,02	0,97	0,89	0,87	0,87	0,93	1,05	1,02	0,97	0,92
3,000	0,78	0,86	0,94	1,00	1,04	1,10	1,05	0,94	0,92	0,97	1,05	1,26	1,22	1,16	1,12
2,000	0,80	0,87	0,94	1,01	1,06	1,10	1,06	0,97	0,91	0,89	1,04	1,26	1,30	1,23	1,20
1,000	0,79	0,86	0,93	0,97	0,99	0,98	0,95	0,89	0,84	0,84	0,92	1,02	1,09	1,12	1,06
0,000	0,63	0,68	0,72	0,74	0,74	0,73	0,71	0,69	0,68	0,69	0,76	0,82	0,86	0,88	0,87
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500

6,000	0,55	0,59	0,50	0,45	0,51	0,59	0,68	0,76	0,79	0,82
5,000	0,73	0,77	0,65	0,56	0,61	0,69	0,77	0,84	0,87	0,91
4,000	0,94	0,96	0,80	0,67	0,68	0,76	0,84	0,91	0,95	0,98
3,000	1,11	1,05	0,89	0,73	0,72	0,78	0,86	0,94	1,00	1,04
2,000	1,12	1,02	0,89	0,74	0,73	0,79	0,86	0,92	1,00	1,05
1,000	0,97	0,88	0,80	0,72	0,71	0,78	0,86	0,92	0,96	0,98
0,000	0,80	0,72	0,66	0,61	0,60	0,64	0,68	0,73	0,75	0,75
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500

Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (4) : Luminancia [cd/m²]



Centro del carril 1 (5) : Iluminancia [lux]

Mín : 6,9 lux      Med (A) 12,8 lux      Máx : 26,2 lux      Uo : 54,2 %      Ug : 26,5 %

1,500	7,0	7,2	7,4	8,1	9,4	12,5	17,8	21,8	25,4	26,2	23,3	20,0	14,8	10,7	8,6
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500
1,500	7,7	7,3	7,1	6,9	6,9	7,0	7,2	7,5	8,1	9,4	12,5	17,8	21,8	25,4	26,2
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500
1,500	23,3	20,0	14,8	10,7	8,6	7,7	7,3	7,1	6,9	6,9					
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500					

**Centro del carril 1 (5) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín : 0,73 cd/m Med (A) 0,98 cd/m<sup>2</sup> Máx : 1,21 cd/m<sup>2</sup> Uo : 74,6 % Ug : 60,3 %

1,500	1,07	1,03	0,95	0,89	0,90	0,99	1,18	1,21	1,19	1,16	1,07	0,98	0,87	0,75	0,75
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500
1,500	0,81	0,88	0,94	1,00	1,04	1,05	1,02	0,94	0,88	0,89	0,98	1,17	1,20	1,18	1,16
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500
1,500	1,06	0,97	0,85	0,74	0,73	0,80	0,86	0,92	0,98	1,03					
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500					

Centro del carril 2 (6) : Iluminancia [lux]

Mín : 9,1 lux      Med (A) 13,2 lux      Máx : 20,0 lux      Uo : 69,0 %      Ug : 45,7 %

4,500	9,4	9,7	9,9	10,2	10,9	13,3	17,9	19,8	20,0	19,1	19,6	19,2	15,4	11,9	10,6
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500
4,500	10,0	9,8	9,5	9,2	9,1	9,4	9,7	9,9	10,2	10,9	13,3	17,9	19,8	20,0	19,1
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500
4,500	19,6	19,2	15,4	11,9	10,6	10,0	9,8	9,5	9,2	9,1					
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500					

Centro del carril 2 (6) : Luminancia [cd/m²]

Mín : 0,61 cd/m Med (A) 0,83 cd/m² Máx : 0,98 cd/m² Uo : 73,5 % Ug : 62,2 %

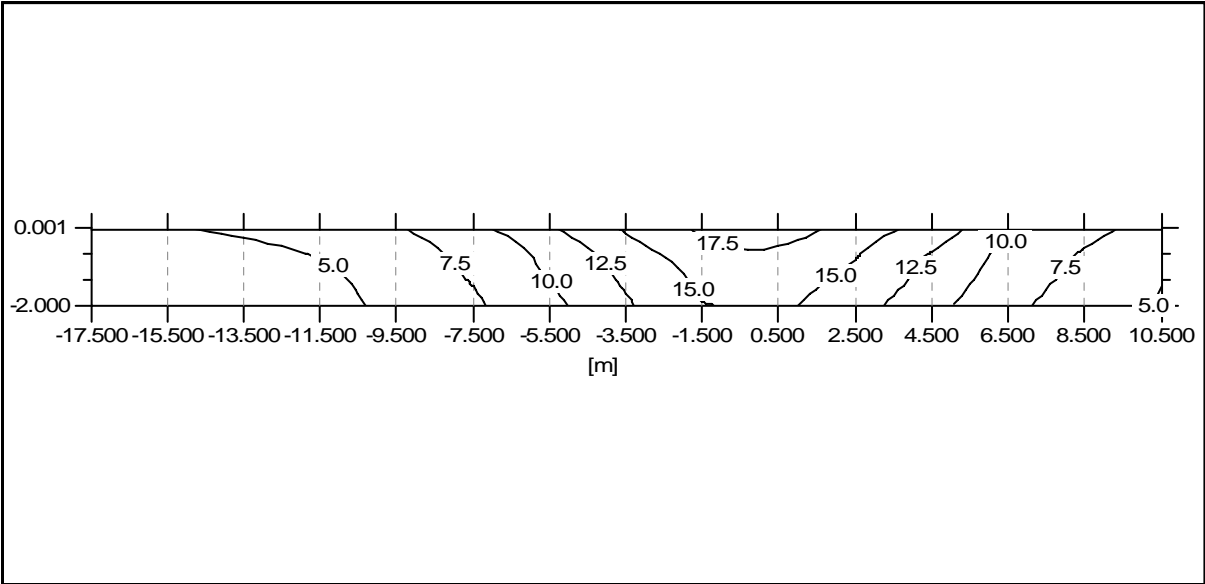
4,500	0,95	0,92	0,85	0,80	0,77	0,84	0,91	0,91	0,85	0,80	0,83	0,85	0,72	0,61	0,64
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500
4,500	0,71	0,79	0,86	0,90	0,93	0,98	0,94	0,86	0,82	0,79	0,85	0,92	0,92	0,85	0,81
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500
4,500	0,83	0,86	0,73	0,62	0,65	0,72	0,81	0,87	0,91	0,95					
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500					



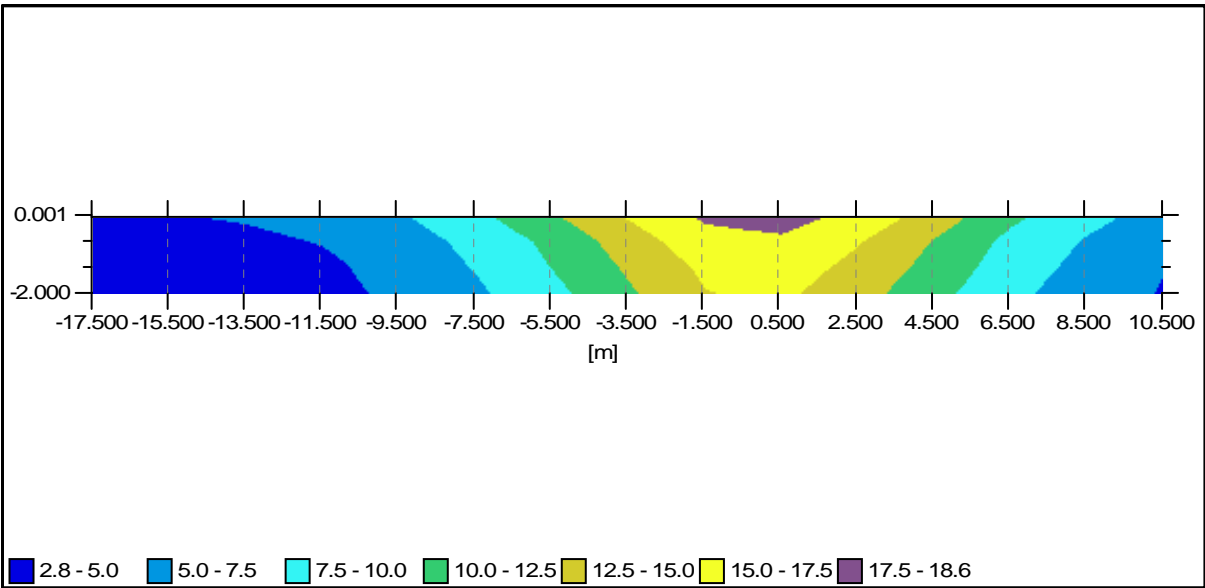
Acera oeste (7) : Iluminancia [lux]

	Mín :	2,8	lux	Med (A)	9,2	lux	Máx :	18,6	lux	Uo :	30,3	%	Ug :	14,9	%
0,001	4,7	4,9	5,3	6,0	7,2	9,4	12,2	15,3	17,9	18,6	16,7	13,9	10,6	8,2	6,6
-0,666	3,9	4,1	4,5	5,1	6,3	8,2	10,6	13,8	16,6	17,0	15,2	12,3	9,3	7,3	5,6
-1,333	3,2	3,4	3,9	4,5	5,9	7,7	10,1	12,9	15,5	16,2	14,3	11,6	8,7	6,8	5,1
-2,000	2,8	3,2	3,6	4,3	5,4	7,1	9,3	12,2	14,9	15,5	13,5	10,8	8,1	6,2	4,8
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500

Acera oeste (7) : Iluminancia [lux]



Acera oeste (7) : Iluminancia [lux]

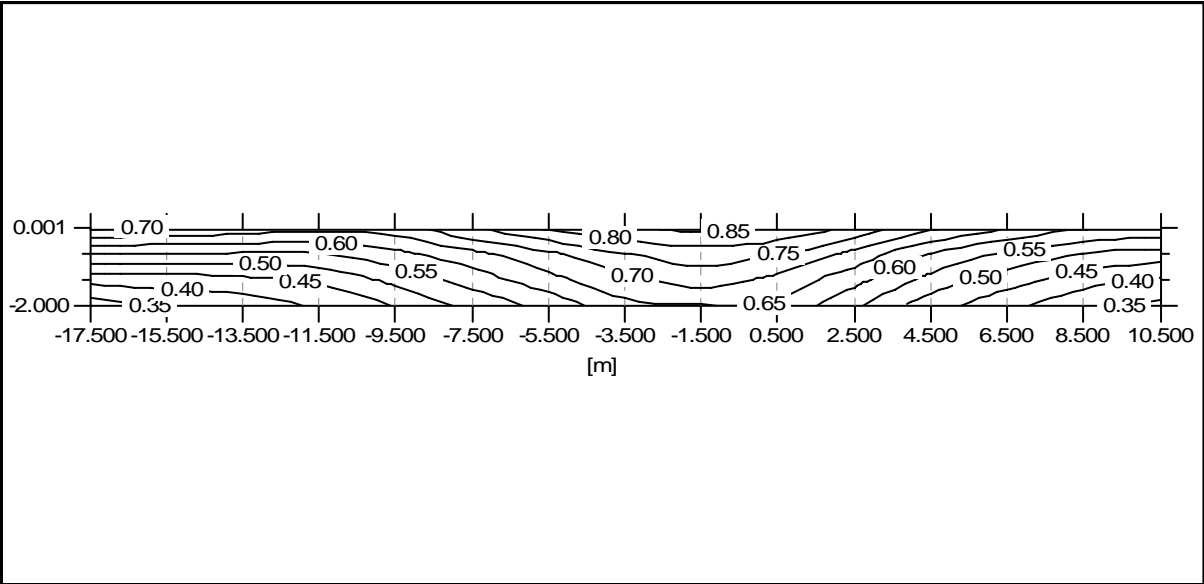


Acera oeste (7) : Luminancia [cd/m²]

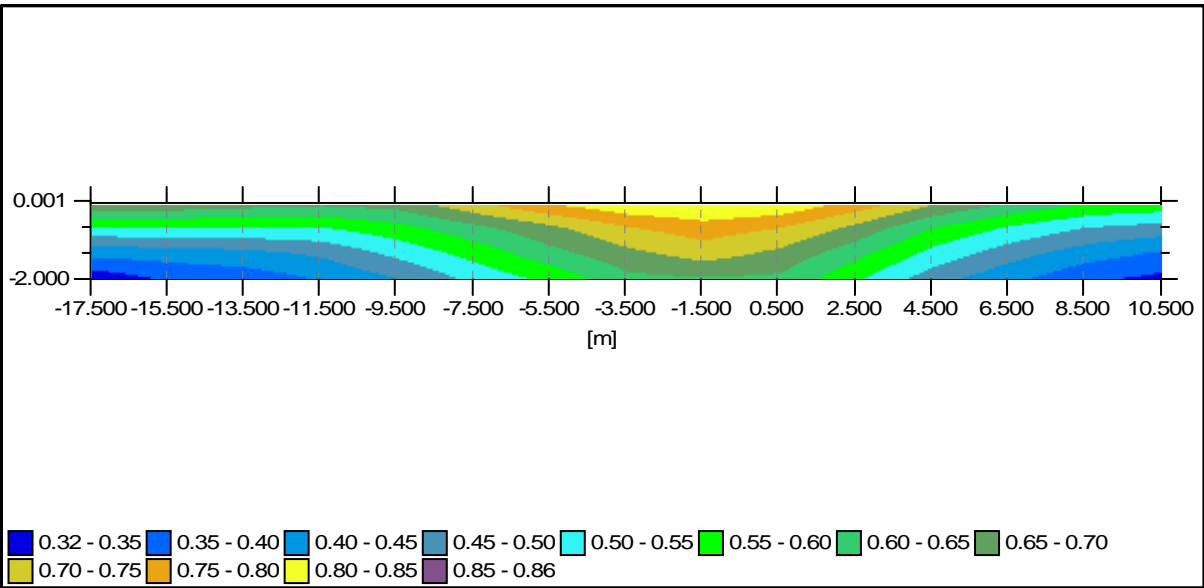
Mín : 0,32 cd/m Med (A) 0,59 cd/m² Máx : 0,86 cd/m² Uo : 54,6 % Ug : 37,1 %

0,001	0,71	0,70	0,68	0,66	0,68	0,75	0,81	0,84	0,86	0,85	0,79	0,71	0,65	0,60	0,59
-0,666	0,55	0,54	0,54	0,55	0,58	0,64	0,69	0,75	0,78	0,75	0,68	0,60	0,54	0,50	0,48
-1,333	0,42	0,42	0,44	0,46	0,52	0,57	0,64	0,69	0,72	0,69	0,62	0,53	0,47	0,42	0,39
-2,000	0,32	0,36	0,37	0,41	0,45	0,52	0,57	0,64	0,65	0,64	0,56	0,47	0,42	0,36	0,34
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500

Acera oeste (7) : Luminancia [cd/m²]



Acera oeste (7) : Luminancia [cd/m²]

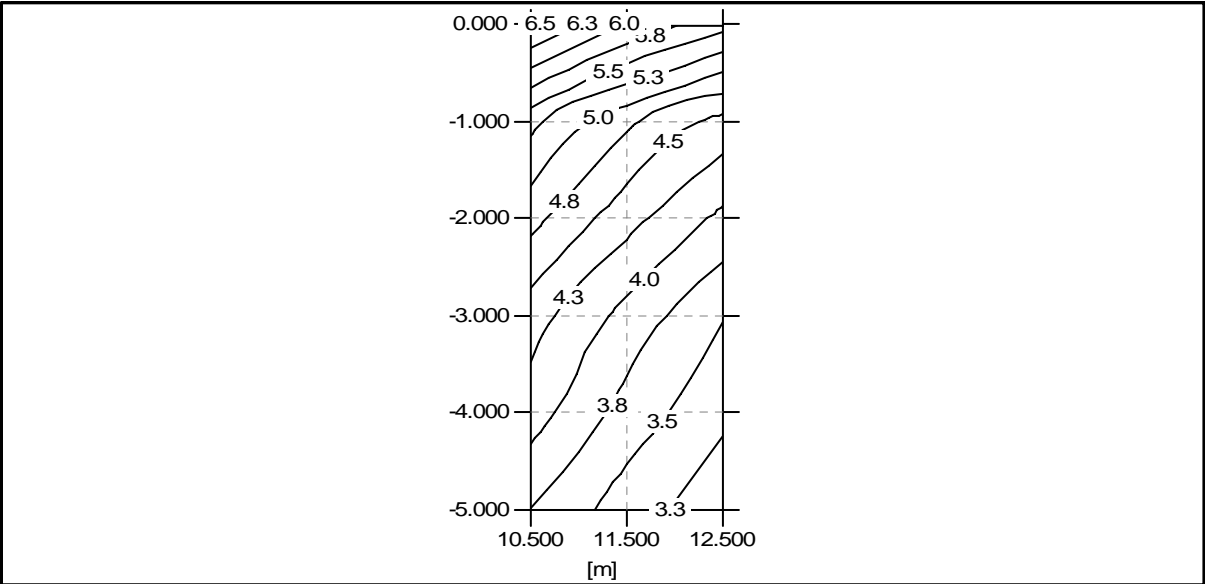


Acera oeste (8) : Iluminancia [lux]

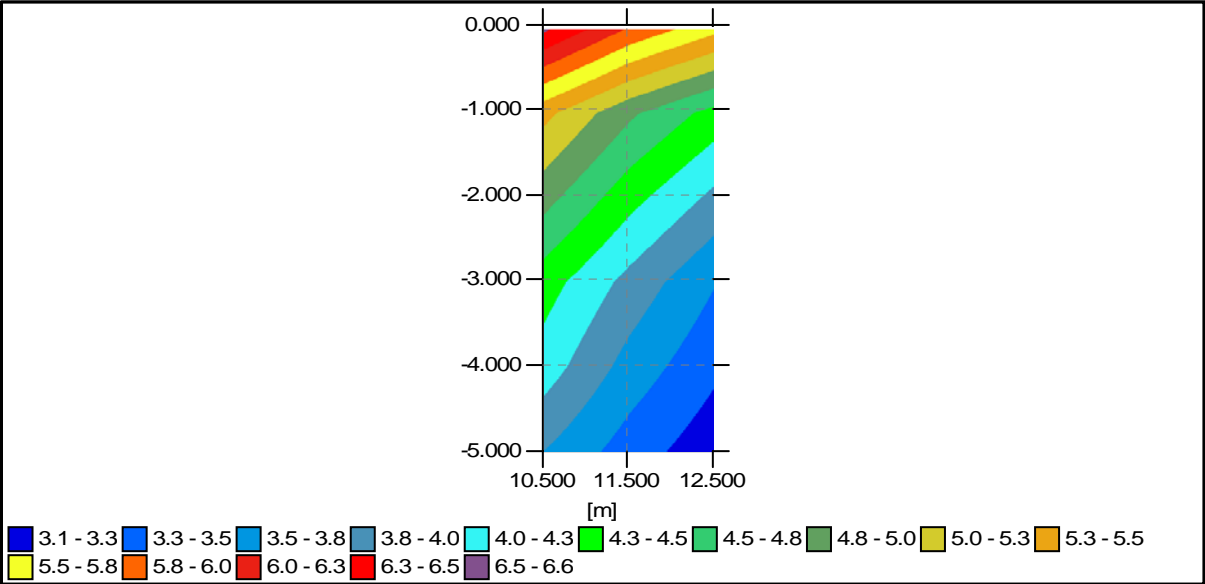
Mín : 3,1 lux    Med (A) : 4,4 lux    Máx : 6,6 lux    Uo : 70,5 %    Ug : 47,1 %

0,000	6,6	6,0	5,6
-1,000	5,3	4,8	4,4
-2,000	4,8	4,3	3,9
-3,000	4,4	3,9	3,5
-4,000	4,1	3,7	3,3
-5,000	3,7	3,4	3,1
Y/X	10,500	11,500	12,500

Acera oeste (8) : Iluminancia [lux]



Acera oeste (8) : Iluminancia [lux]

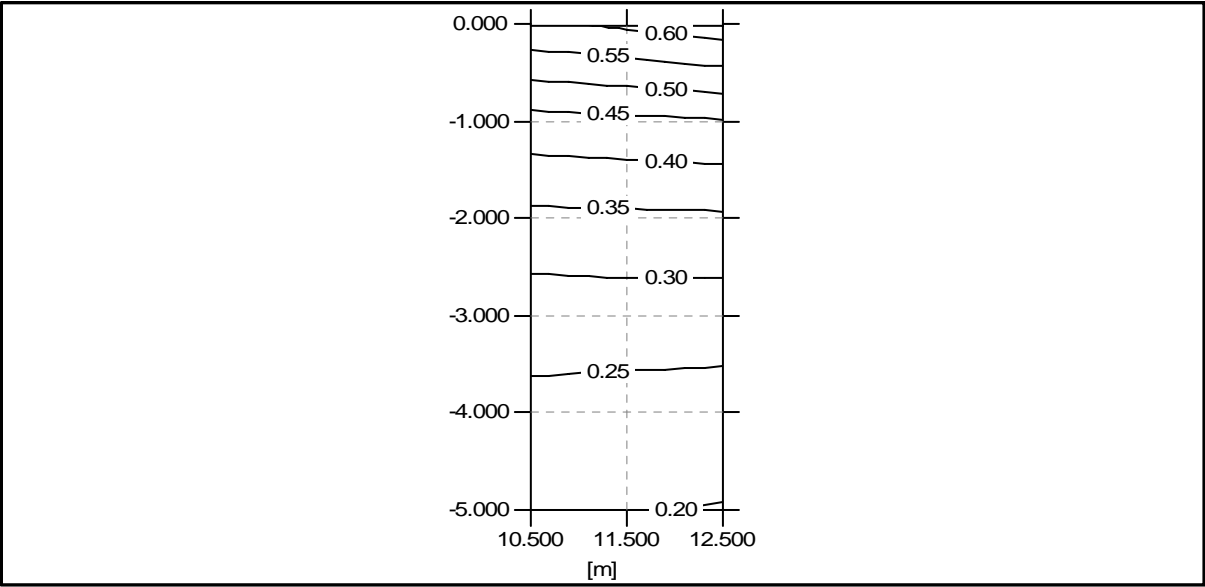


Acera oeste (8) : Luminancia [cd/m²]

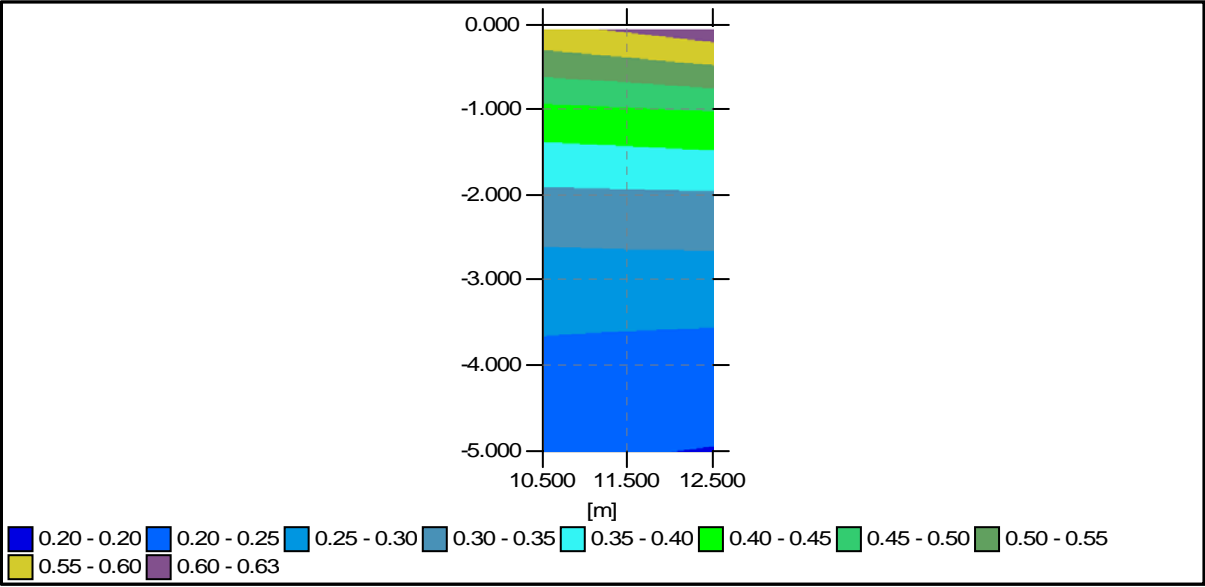
Mín : 0,20 cd/m Med (A) 0,35 cd/m² Máx : 0,63 cd/m² Uo : 56,7 % Ug : 31,4 %

0,000	0,59	0,61	0,63
-1,000	0,43	0,44	0,45
-2,000	0,34	0,34	0,34
-3,000	0,27	0,27	0,27
-4,000	0,24	0,23	0,23
-5,000	0,21	0,20	0,20
Y/X	10,500	11,500	12,500

Acera oeste (8) : Luminancia [cd/m²]



Acera oeste (8) : Luminancia [cd/m²]



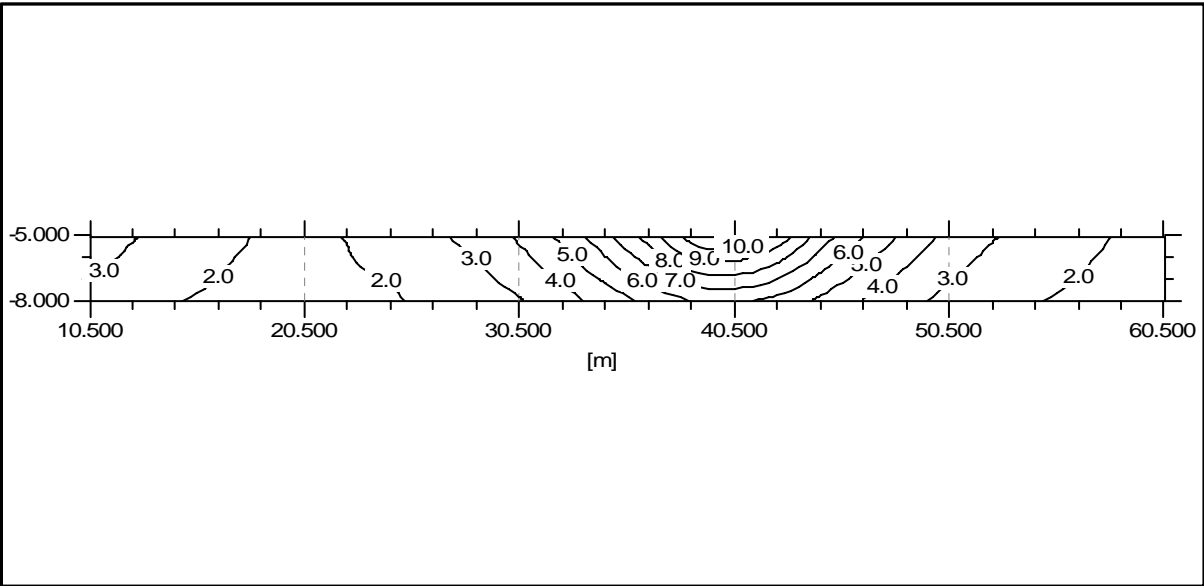
Acera oeste (9) : Iluminancia [lux]

Mín : 1,7 lux    Med (A) : 3,7 lux    Máx : 10,9 lux    Uo : 44,8 %    Ug : 15,4 %

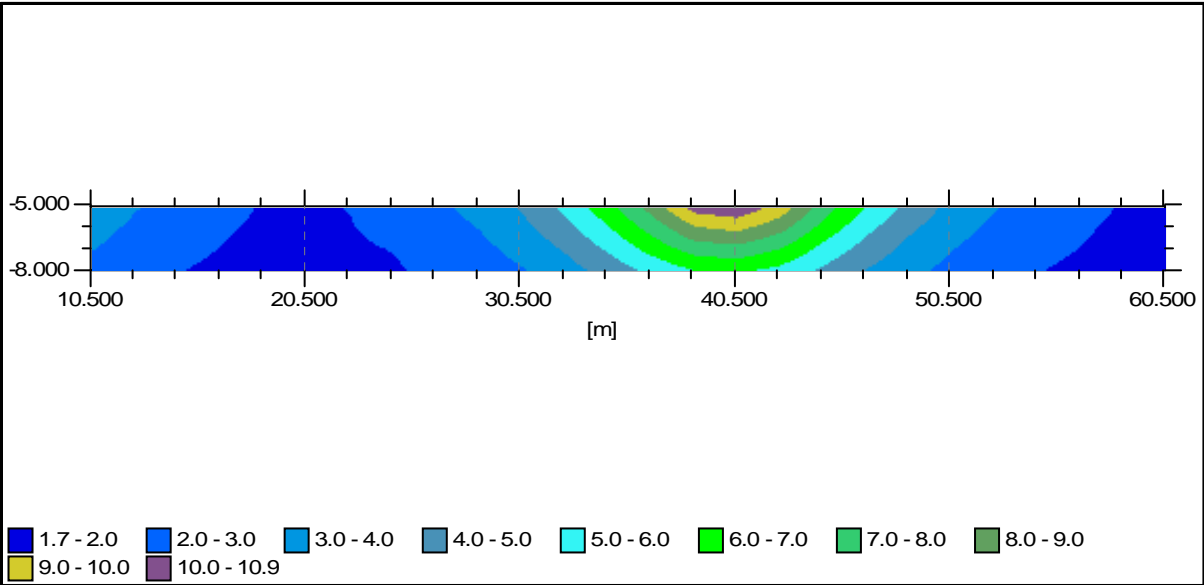
-5,000	3,7	3,1	2,6	2,2	1,9	1,9	2,0	2,4	2,8	3,4	4,2	5,3	6,8	8,5	10,6
-6,000	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,9	2,0	2,2	2,6	3,0	3,8	4,7	6,0	7,4	9,0
-7,000	3,0	2,5	2,2	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,3	2,8	3,3	4,1	5,2	6,4	7,5
-8,000	2,7	2,3	2,0	1,8	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2	2,5	3,0	3,6	4,4	5,3	6,0
Y/X	10,500	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500

-5,000	10,9	9,7	7,6	6,0	4,7	3,7	3,1	2,6	2,2	1,9	1,9
-6,000	9,3	8,4	6,7	5,3	4,2	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,9
-7,000	7,7	7,0	5,7	4,6	3,7	3,0	2,5	2,2	2,0	1,8	1,8
-8,000	6,2	5,7	4,8	4,0	3,3	2,7	2,3	2,0	1,8	1,7	1,7
Y/X	40,500	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500

Acera oeste (9) : Iluminancia [lux]



Acera oeste (9) : Iluminancia [lux]

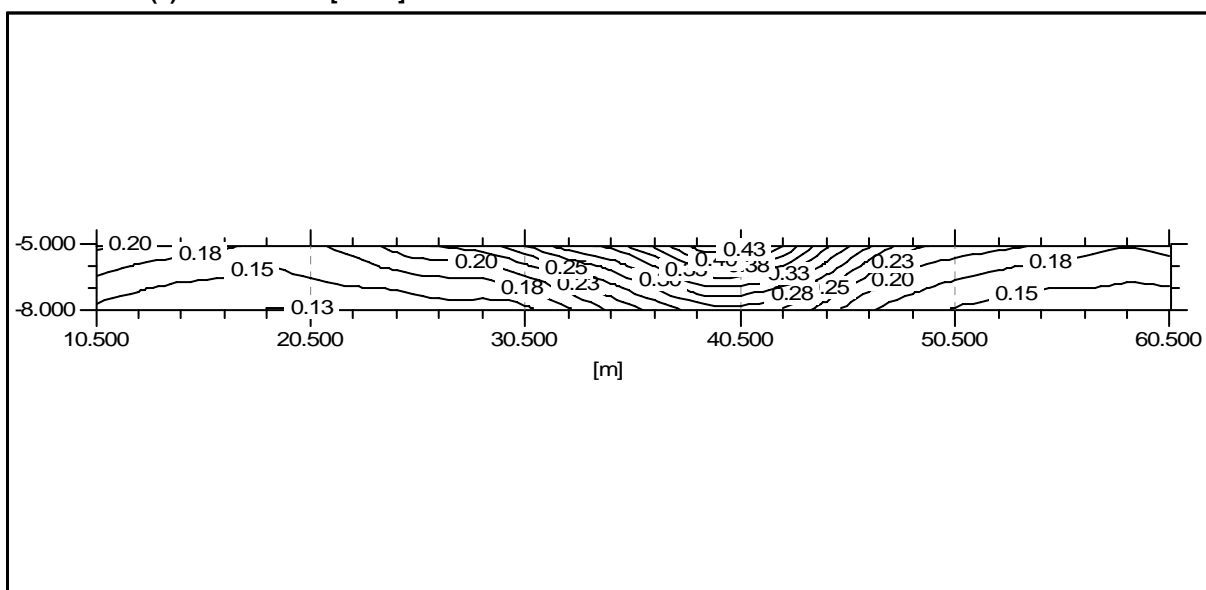
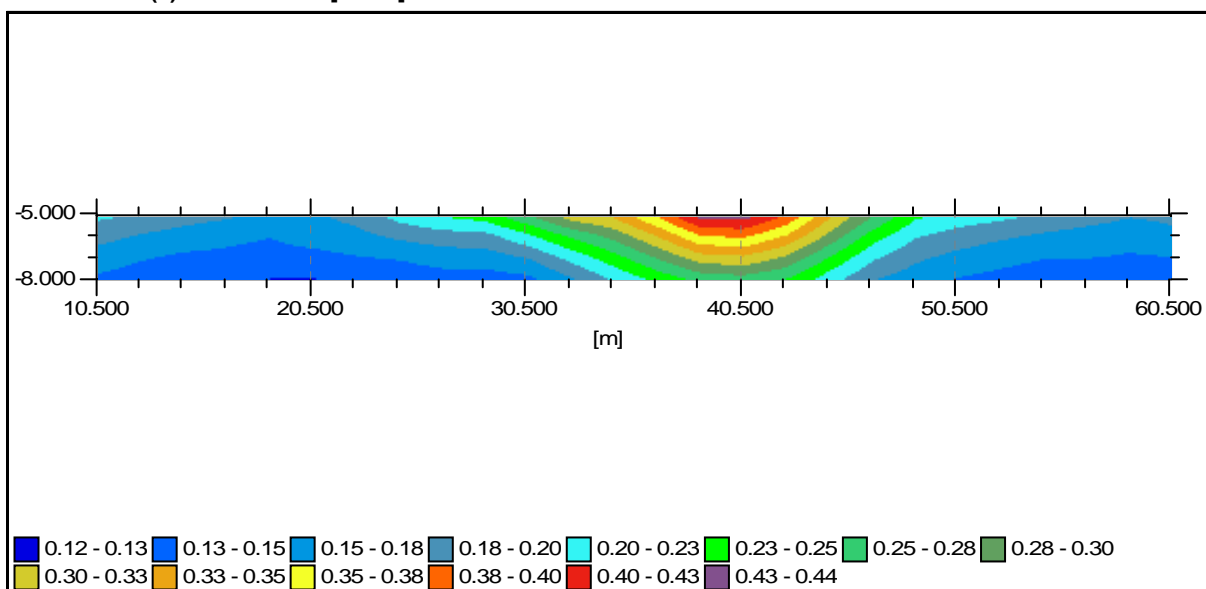


**Acera oeste (9) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín : 0,12 cd/m Med (A) 0,21 cd/m<sup>2</sup> Máx : 0,44 cd/m<sup>2</sup> Uo : 60,6 % Ug : 28,3 %

-5,000	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,18	0,21	0,23	0,24	0,28	0,32	0,33	0,38	0,44
-6,000	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,19	0,22	0,26	0,28	0,33	0,37
-7,000	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,18	0,21	0,24	0,28	0,31
-8,000	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26
Y/X	10,500	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500

-5,000	0,44	0,40	0,33	0,28	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18
-6,000	0,38	0,35	0,29	0,24	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,17
-7,000	0,32	0,30	0,25	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15
-8,000	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13
Y/X	40,500	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500

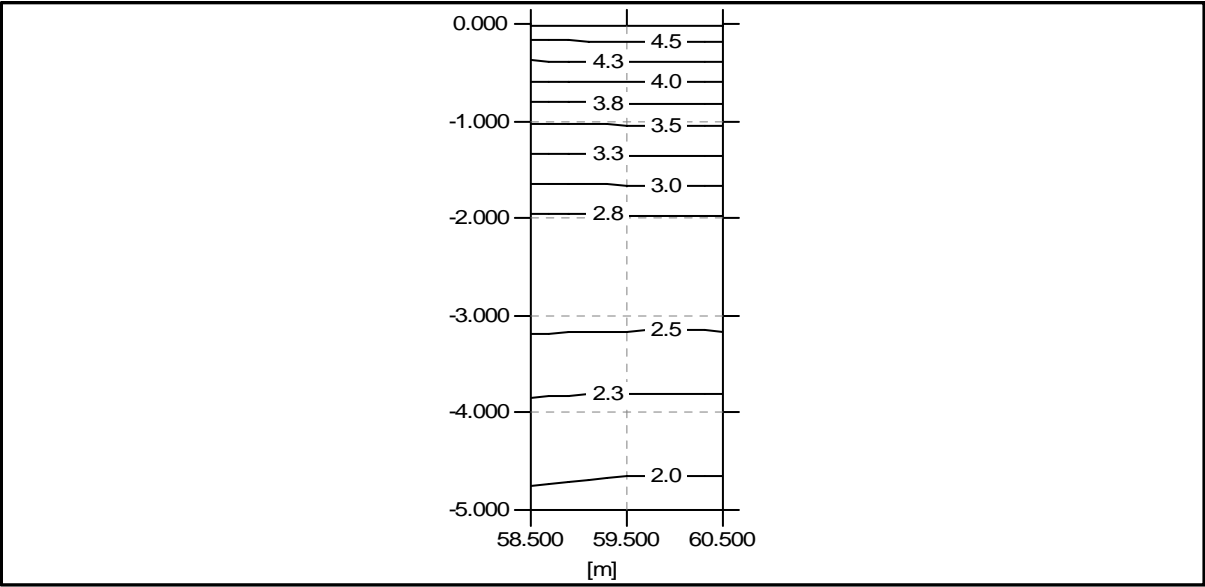
**Acera oeste (9) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]****Acera oeste (9) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Acera oeste (10) : Iluminancia [lux]

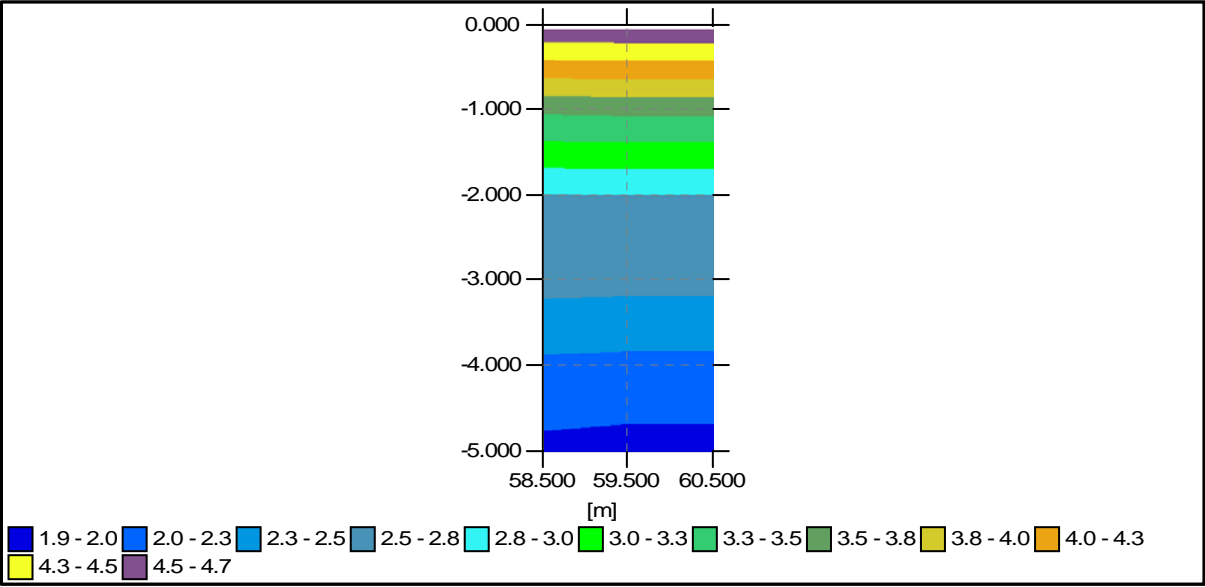
Mín : 1,9 lux    Med (A) : 2,9 lux    Máx : 4,7 lux    Uo : 65,2 %    Ug : 40,7 %

0,000	4,7	4,7	4,7
-1,000	3,5	3,5	3,5
-2,000	2,7	2,7	2,7
-3,000	2,6	2,6	2,6
-4,000	2,2	2,2	2,2
-5,000	1,9	1,9	1,9
Y/X	58,500	59,500	60,500

Acera oeste (10) : Iluminancia [lux]



Acera oeste (10) : Iluminancia [lux]



**Acera oeste (10) : Luminancia [cd/m²]**

Mín : 0,18 cd/m

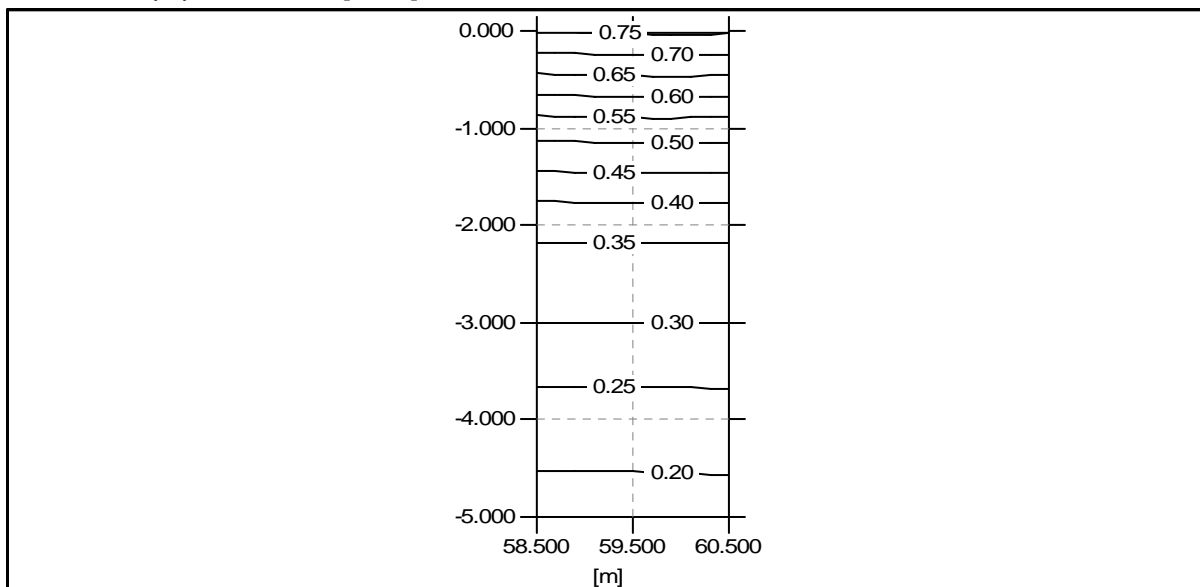
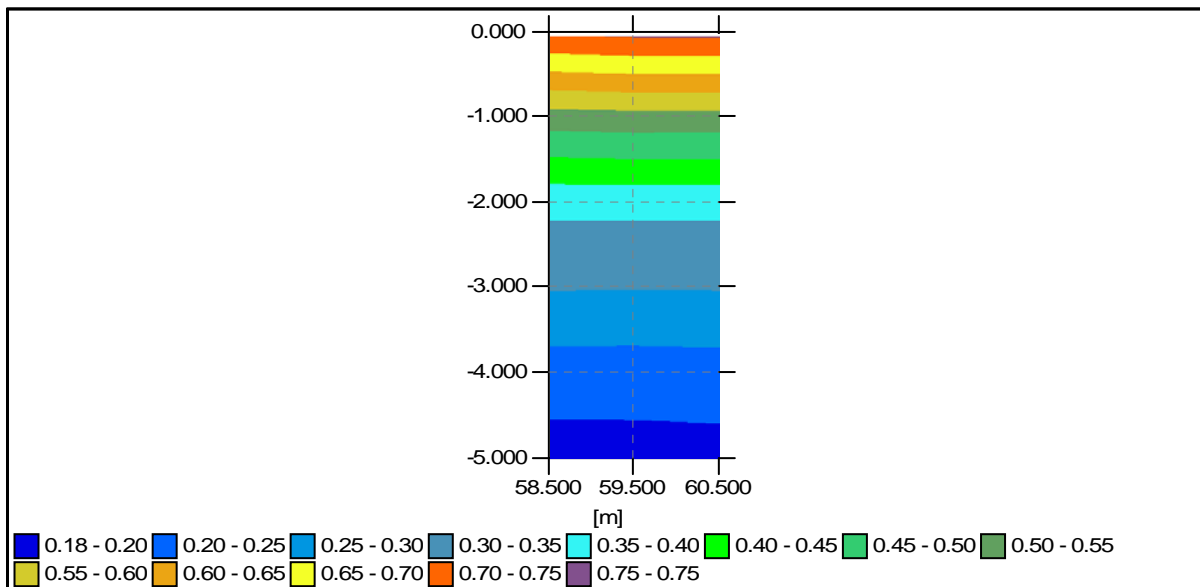
Med (A) 0,39 cd/m²

Máx : 0,75 cd/m²

Uo : 45,7 %

Ug : 23,6 %

0,000	0,75	0,75	0,75
-1,000	0,52	0,52	0,52
-2,000	0,36	0,36	0,36
-3,000	0,30	0,30	0,30
-4,000	0,22	0,22	0,23
-5,000	0,18	0,18	0,18
Y/X	58,500	59,500	60,500

**Acera oeste (10) : Luminancia [cd/m²]****Acera oeste (10) : Luminancia [cd/m²]**

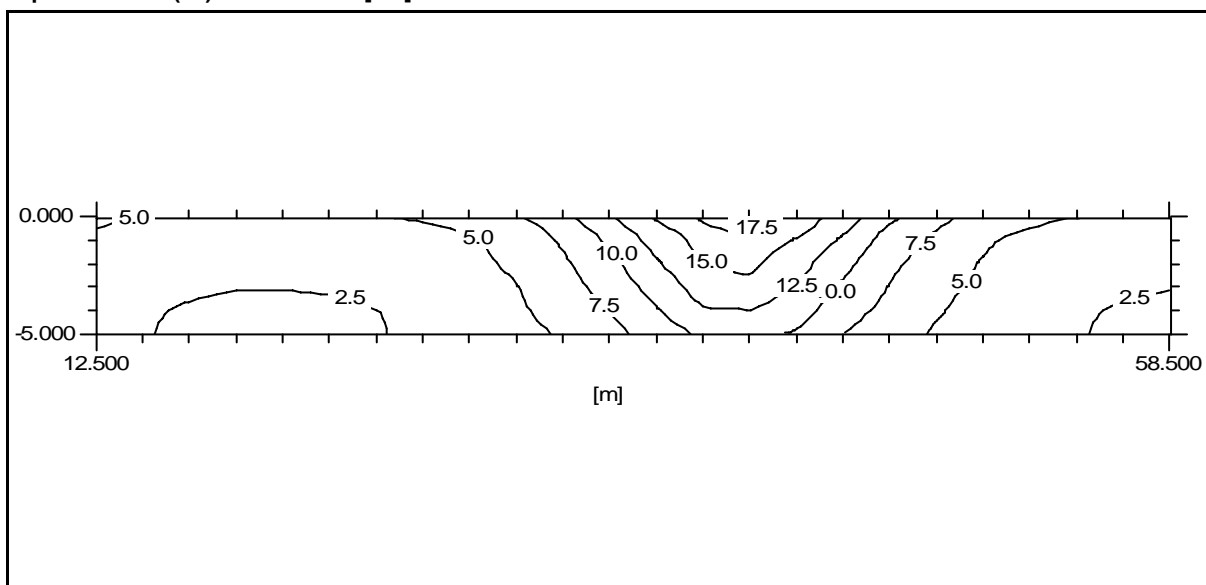
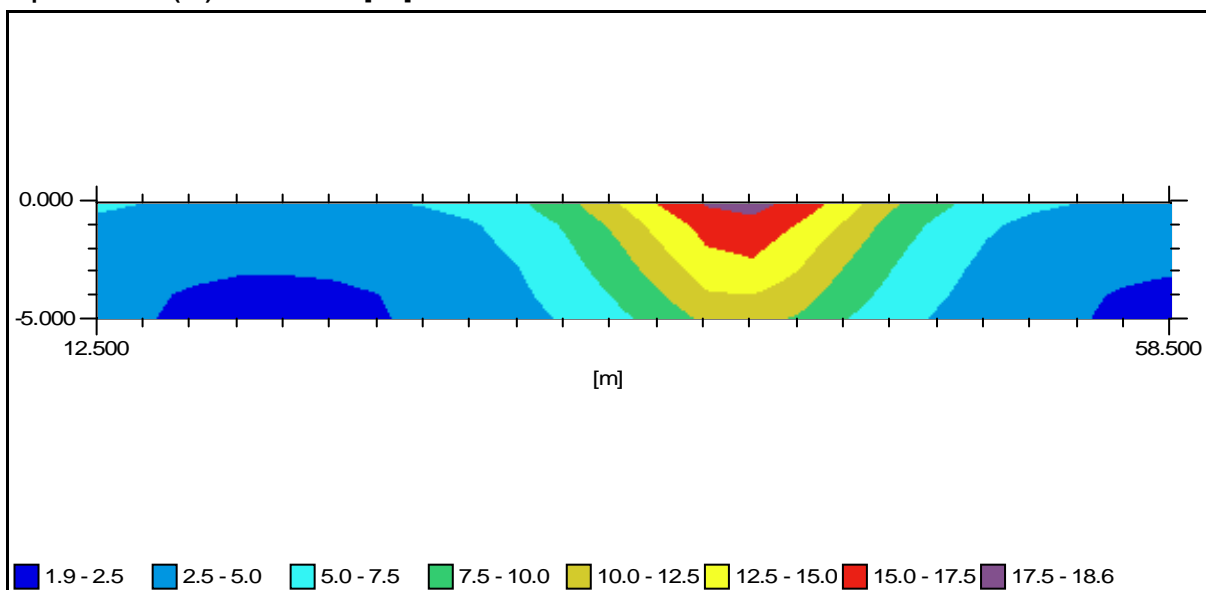


**Aparcamiento (11) : Iluminancia [lux]**

Mín :  lux    Med (A) :  lux    Máx :  lux    Uo :  %    Ug :  %

0,000	5,6	5,1	4,8	4,7	4,7	4,7	4,9	5,3	6,0	7,2	9,4	12,2	15,3	17,9	18,6
-1,000	4,4	3,9	3,6	3,5	3,5	3,6	3,7	4,1	4,8	6,0	7,8	10,5	13,4	15,9	16,8
-2,000	3,9	3,4	3,1	2,7	2,7	2,8	3,3	3,6	4,3	5,5	7,1	9,3	12,2	14,9	15,5
-3,000	3,5	3,0	2,7	2,6	2,6	2,6	2,8	3,2	3,9	4,9	6,5	8,4	11,0	13,6	14,3
-4,000	3,3	2,7	2,4	2,2	2,2	2,3	2,5	2,9	3,7	4,6	5,9	7,6	9,8	12,3	12,5
-5,000	3,1	2,6	2,2	1,9	1,9	2,0	2,4	2,8	3,4	4,2	5,3	6,8	8,5	10,6	10,9
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500

0,000	16,7	13,9	10,6	8,2	6,6	5,6	5,1	4,8	4,7
-1,000	14,8	12,1	8,9	6,9	5,3	4,4	3,9	3,6	3,5
-2,000	13,5	10,8	8,1	6,2	4,8	3,9	3,4	3,1	2,7
-3,000	12,4	9,7	7,4	5,7	4,4	3,5	3,0	2,7	2,6
-4,000	11,1	8,6	6,7	5,2	4,1	3,3	2,7	2,4	2,2
-5,000	9,7	7,6	6,0	4,7	3,7	3,1	2,6	2,2	1,9
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500

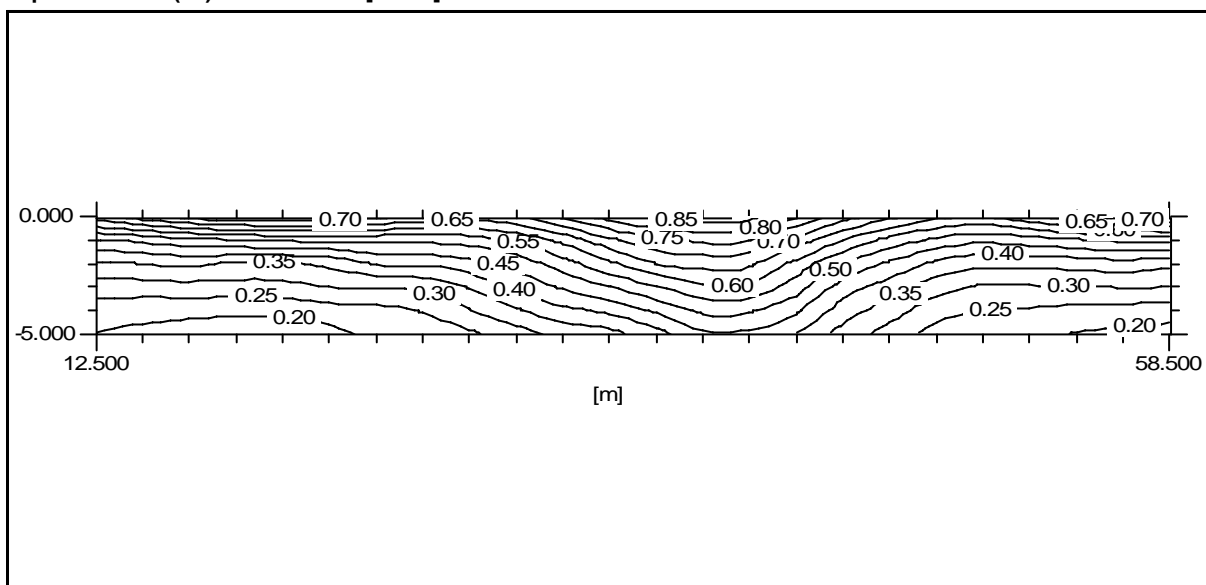
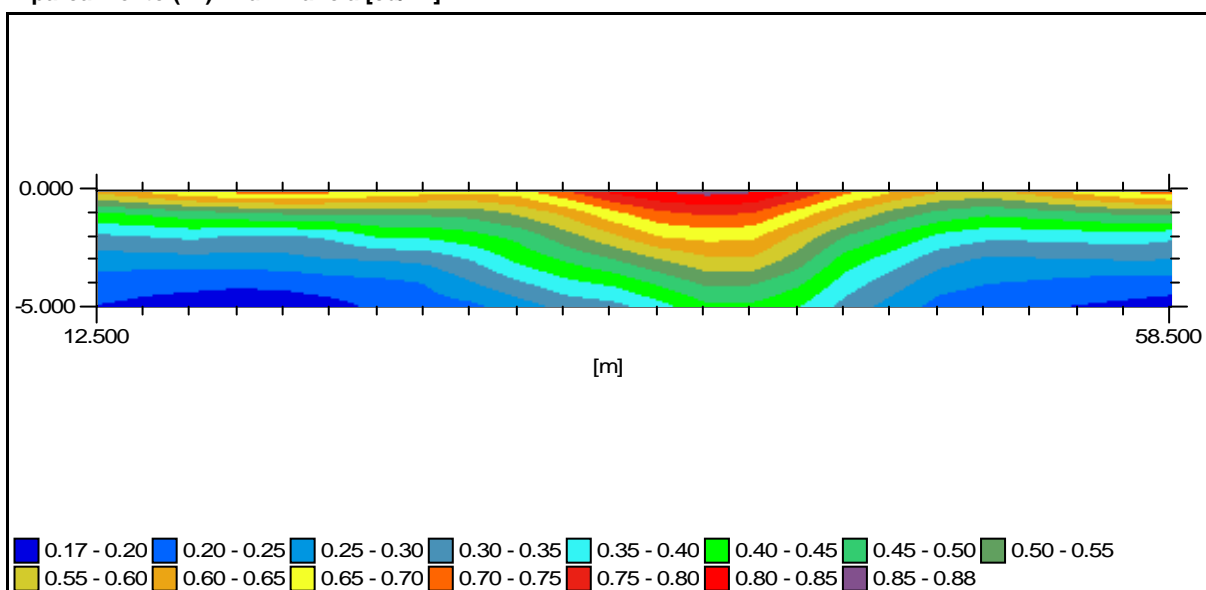
**Aparcamiento (11) : Iluminancia [lux]****Aparcamiento (11) : Iluminancia [lux]**

**Aparcamiento (11) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

Mín :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Med (A)   $\text{cd}/\text{m}^2$  Máx :   $\text{cd}/\text{m}^2$  Uo :  % Ug :  %

0,000	0,63	0,68	0,72	0,74	0,74	0,73	0,71	0,69	0,68	0,69	0,76	0,82	0,86	0,88	0,87
-1,000	0,45	0,46	0,48	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,56	0,61	0,69	0,74	0,76	0,75
-2,000	0,34	0,35	0,36	0,34	0,34	0,36	0,41	0,41	0,43	0,47	0,53	0,59	0,65	0,67	0,66
-3,000	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,30	0,30	0,31	0,35	0,42	0,46	0,50	0,55	0,59	0,59
-4,000	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21	0,23	0,24	0,25	0,30	0,34	0,39	0,41	0,46	0,51	0,51
-5,000	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,18	0,21	0,23	0,24	0,28	0,32	0,33	0,38	0,44	0,44
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500

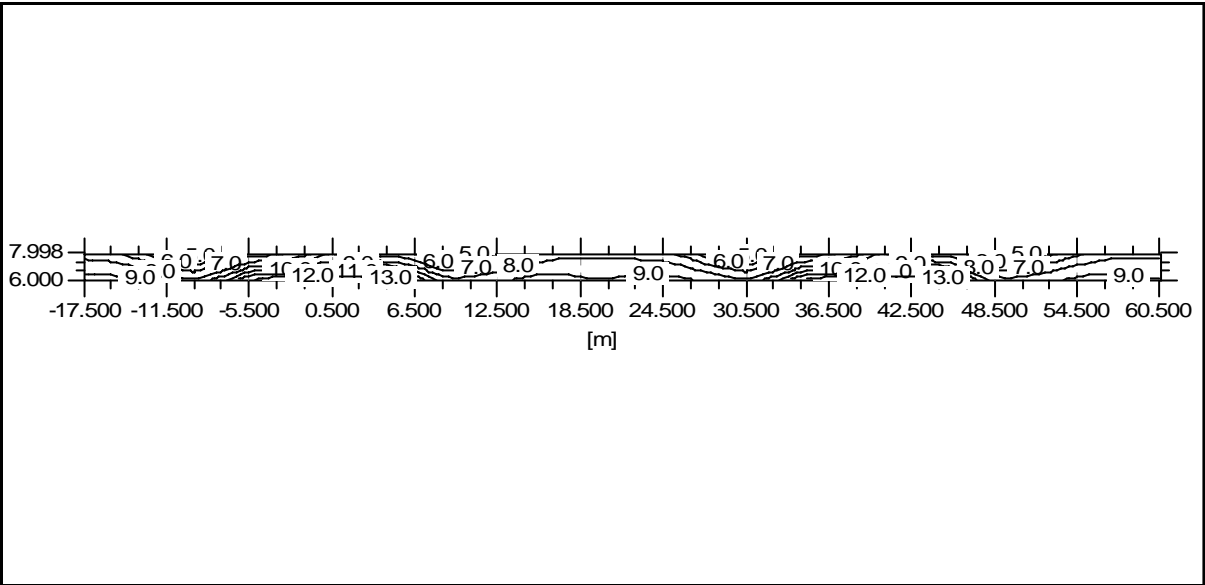
0,000	0,80	0,72	0,66	0,61	0,60	0,64	0,68	0,73	0,75
-1,000	0,68	0,60	0,53	0,49	0,46	0,48	0,49	0,51	0,52
-2,000	0,58	0,50	0,44	0,39	0,36	0,37	0,37	0,38	0,36
-3,000	0,52	0,43	0,38	0,32	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30
-4,000	0,46	0,38	0,32	0,27	0,25	0,25	0,23	0,23	0,22
-5,000	0,40	0,33	0,28	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500

**Aparcamiento (11) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]****Aparcamiento (11) : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]**

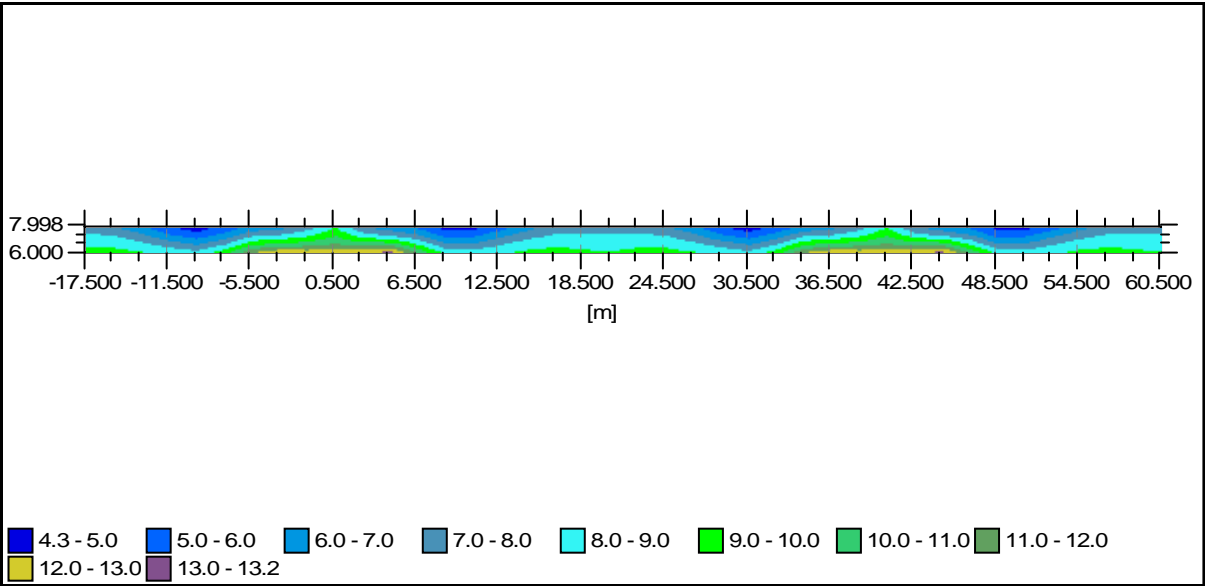
Acera este (12) : Iluminancia [lux]

Mín :		4,3	lux	Med (A)		8,2	lux	Máx :		13,2	lux	Uo :		53,3	%	Ug :		33,0	%
7,998	7,4	7,0	6,1	5,0	4,3	5,3	6,2	6,5	7,5	8,9	6,9	6,3	5,7	4,5	4,6				
7,332	8,1	8,0	7,2	6,1	5,4	6,4	7,7	8,1	8,7	9,9	8,4	7,8	7,0	5,6	5,7				
6,666	8,8	8,7	8,2	7,5	6,8	7,8	9,6	10,0	10,4	11,0	10,3	10,4	8,7	7,0	7,0				
6,000	9,2	9,3	9,0	8,6	8,2	9,5	11,8	12,7	12,5	12,6	12,5	13,2	10,7	8,6	8,4				
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500				
7,998	5,4	6,6	7,3	7,4	7,5	7,4	7,0	6,1	5,0	4,4	5,3	6,2	6,5	7,5	8,9				
7,332	6,7	7,6	8,1	8,1	8,1	8,2	8,0	7,2	6,1	5,4	6,4	7,7	8,1	8,7	9,9				
6,666	7,8	8,5	8,8	8,7	8,7	8,8	8,7	8,2	7,5	6,8	7,8	9,6	10,0	10,4	11,0				
6,000	8,8	9,2	9,3	9,1	9,0	9,2	9,3	9,0	8,6	8,2	9,5	11,8	12,7	12,5	12,6				
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500				
7,998	6,9	6,3	5,7	4,5	4,6	5,4	6,6	7,3	7,4	7,5									
7,332	8,4	7,8	7,1	5,6	5,7	6,7	7,6	8,1	8,1	8,1									
6,666	10,3	10,4	8,7	7,0	7,0	7,8	8,5	8,8	8,7	8,7									
6,000	12,5	13,2	10,7	8,6	8,4	8,8	9,2	9,3	9,1	9,0									
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500									

Acera este (12) : Iluminancia [lux]



Acera este (12) : Iluminancia [lux]



Acera este (12) : Luminancia [cd/m²]

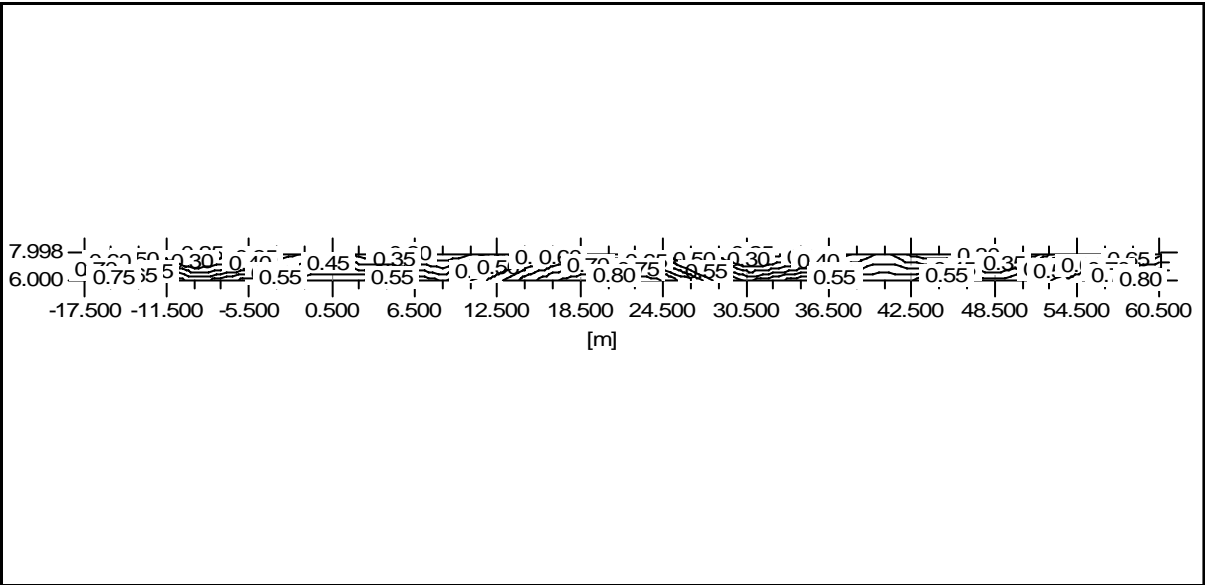
Mín : 0,23 cd/m Med (A) 0,49 cd/m² Máx : 0,83 cd/m² Uo : 47,0 % Ug : 27,9 %

7,998	0,54	0,49	0,40	0,29	0,23	0,26	0,30	0,31	0,34	0,40	0,32	0,30	0,28	0,25	0,28
7,332	0,62	0,58	0,49	0,37	0,29	0,32	0,37	0,37	0,39	0,43	0,38	0,36	0,33	0,30	0,35
6,666	0,71	0,67	0,58	0,46	0,38	0,40	0,46	0,45	0,45	0,47	0,45	0,47	0,41	0,37	0,42
6,000	0,79	0,76	0,67	0,55	0,48	0,52	0,57	0,56	0,54	0,54	0,54	0,59	0,50	0,44	0,50
Y/X	-17,500	-15,500	-13,500	-11,500	-9,500	-7,500	-5,500	-3,500	-1,500	0,500	2,500	4,500	6,500	8,500	10,500

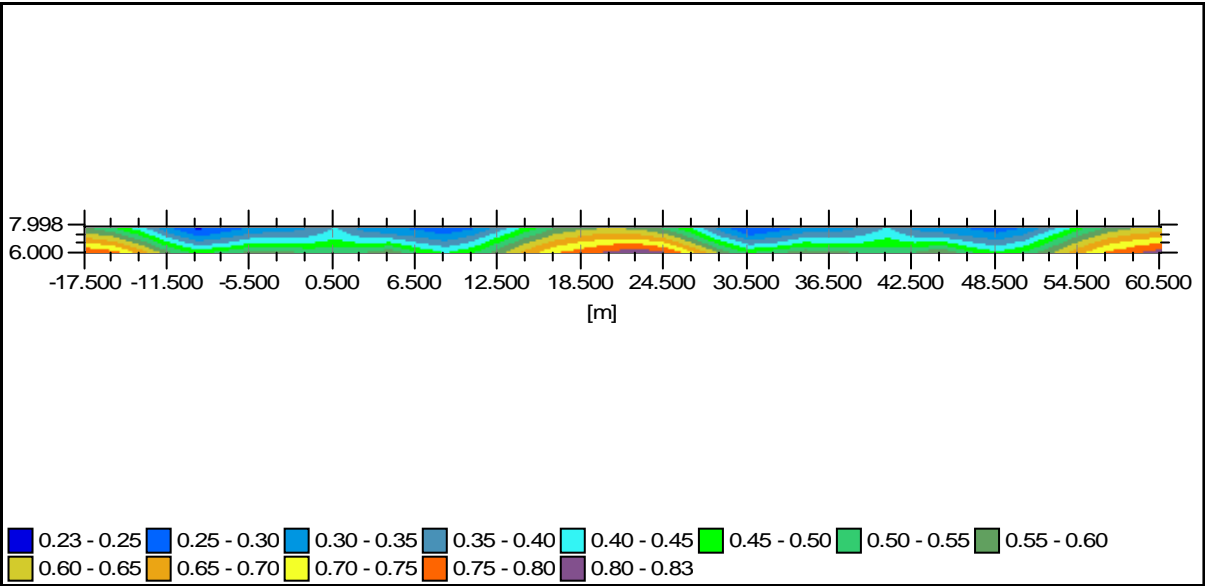
7,998	0,36	0,46	0,54	0,57	0,59	0,57	0,52	0,42	0,31	0,24	0,27	0,30	0,31	0,34	0,40
7,332	0,44	0,54	0,61	0,65	0,67	0,66	0,61	0,51	0,38	0,30	0,33	0,37	0,37	0,39	0,44
6,666	0,52	0,61	0,68	0,72	0,74	0,75	0,71	0,60	0,48	0,39	0,41	0,46	0,46	0,46	0,48
6,000	0,58	0,67	0,74	0,78	0,81	0,83	0,80	0,70	0,57	0,49	0,53	0,58	0,57	0,54	0,54
Y/X	12,500	14,500	16,500	18,500	20,500	22,500	24,500	26,500	28,500	30,500	32,500	34,500	36,500	38,500	40,500

7,998	0,33	0,31	0,29	0,26	0,29	0,37	0,48	0,55	0,59	0,60
7,332	0,38	0,37	0,34	0,31	0,36	0,45	0,55	0,62	0,66	0,68
6,666	0,46	0,48	0,41	0,38	0,43	0,53	0,62	0,69	0,73	0,76
6,000	0,55	0,59	0,50	0,45	0,51	0,59	0,68	0,76	0,79	0,82
Y/X	42,500	44,500	46,500	48,500	50,500	52,500	54,500	56,500	58,500	60,500

Acera este (12) : Luminancia [cd/m²]



Acera este (12) : Luminancia [cd/m²]




Información general (Contin.)

Detalles de las configuraciones

• Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
93233A	Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3	10,5	0,91	

Detalles de los grupos

Lineal													
Nº	Principio			Luminaria				Geometría					
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Rot	Pendie	Inclina	
1	-40,000	-0,300	10,000	93233A	0,0	-1,0	0,0	6	40,000	0,0	0,0	0,0	

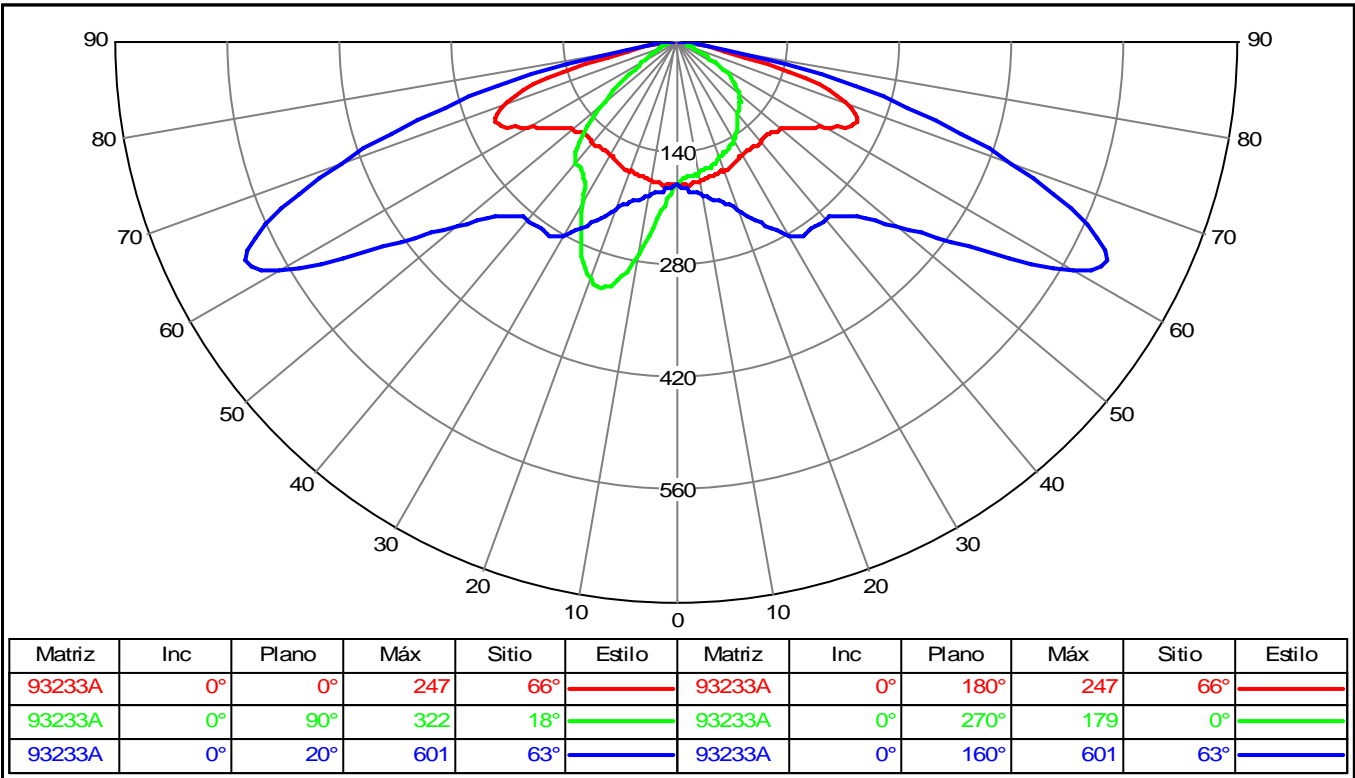
Documentos fotométricos

93233A

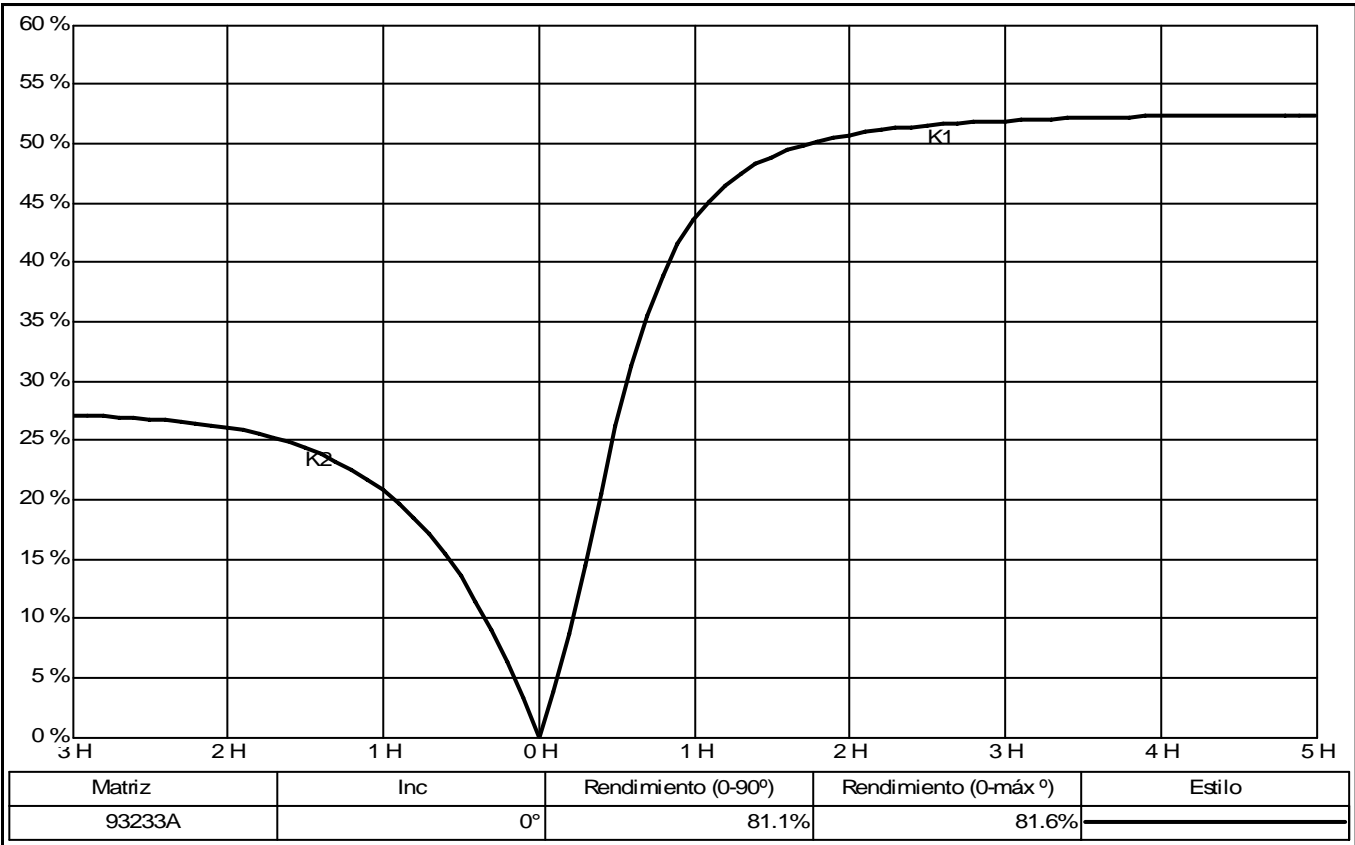


Onyx 2/Vidrio curvado/1419/SAP-T/100/-21/105/10° E C3

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



☒ Interpolación cuadrática

Proyecto

Fichero : ... \AP\_D2\_Calculos\_Vial-I\_ZonaVerde.lpf

## Información general

### Detalles de las mallas

#### • Malla principal (1)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Iluminancia : ☒ Faceta :   
Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Malla principal (TI) (3)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

##### Geometría

##### Posición de

X :  Y :  Z :

##### Tamaño

Nº X :  Interdistancia  Tamaño X :   
Nº Y :  Interdistancia  Tamaño Y :

##### Cálculo

Luminancia : ☒

##### Posición del

Móvil : ☐ X :  Y :  Z :

##### Superficie de la

Tabla R :  Qo :

#### • Centro del carril 1 (4)

##### General

Tipo :  Activado : ☒ Máscaras ☒ Color :

**Geometría****Posición de**

X : 0,000 Y : 12,500 Z : 0,000

**Tamaño**

Nº X : 11 Interdistancia 2,500 Tamaño X : 25,000

**Cálculo**Iluminancia : ☒ Faceta : NormalLuminancia : ☒**Posición del**Móvil : ☐ X : -60,000 Y : 12,500 Z : 1,500**Superficie de la**

Tabla R : R2007 Qo : 0,07

**Resumen****Resumen sobre las mallas**

Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Malla principal (1)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,1	29,4	8,2	7,2	25,7
Luminancia (cd/m²)	0,12	1,60	0,55	7,4	21,8

Malla principal (TI) (3)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Luminancia (cd/m²)	0,12	1,60	0,55	7,4	21,8

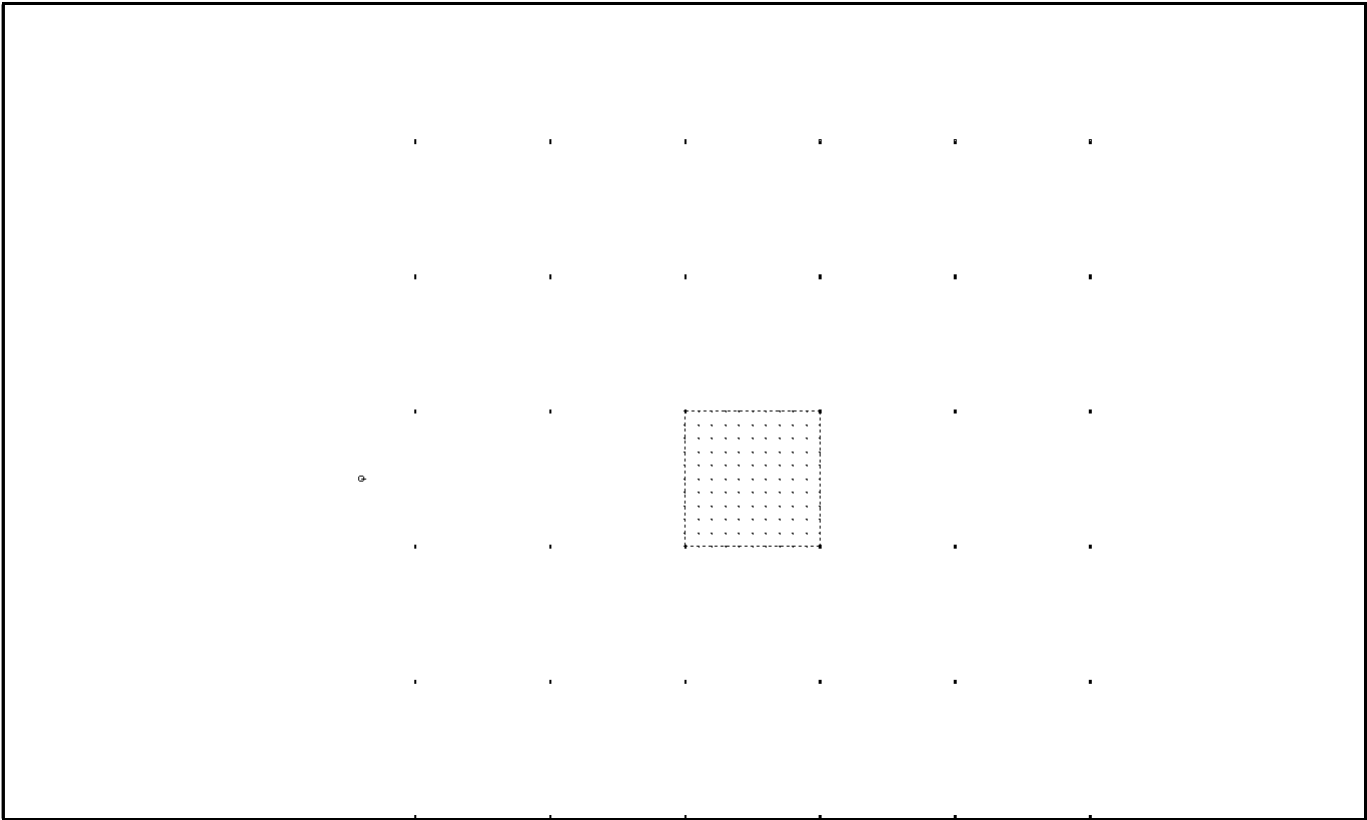
Centro del carril 1 (4)	Mín	Máx	Med (A)	Mín/Máx	Mín/Med
Iluminancia (lux)	2,1	2,3	2,2	94,0	96,3
Luminancia (cd/m²)	0,12	0,13	0,13	90,6	94,2

**Resumen de los observadores**

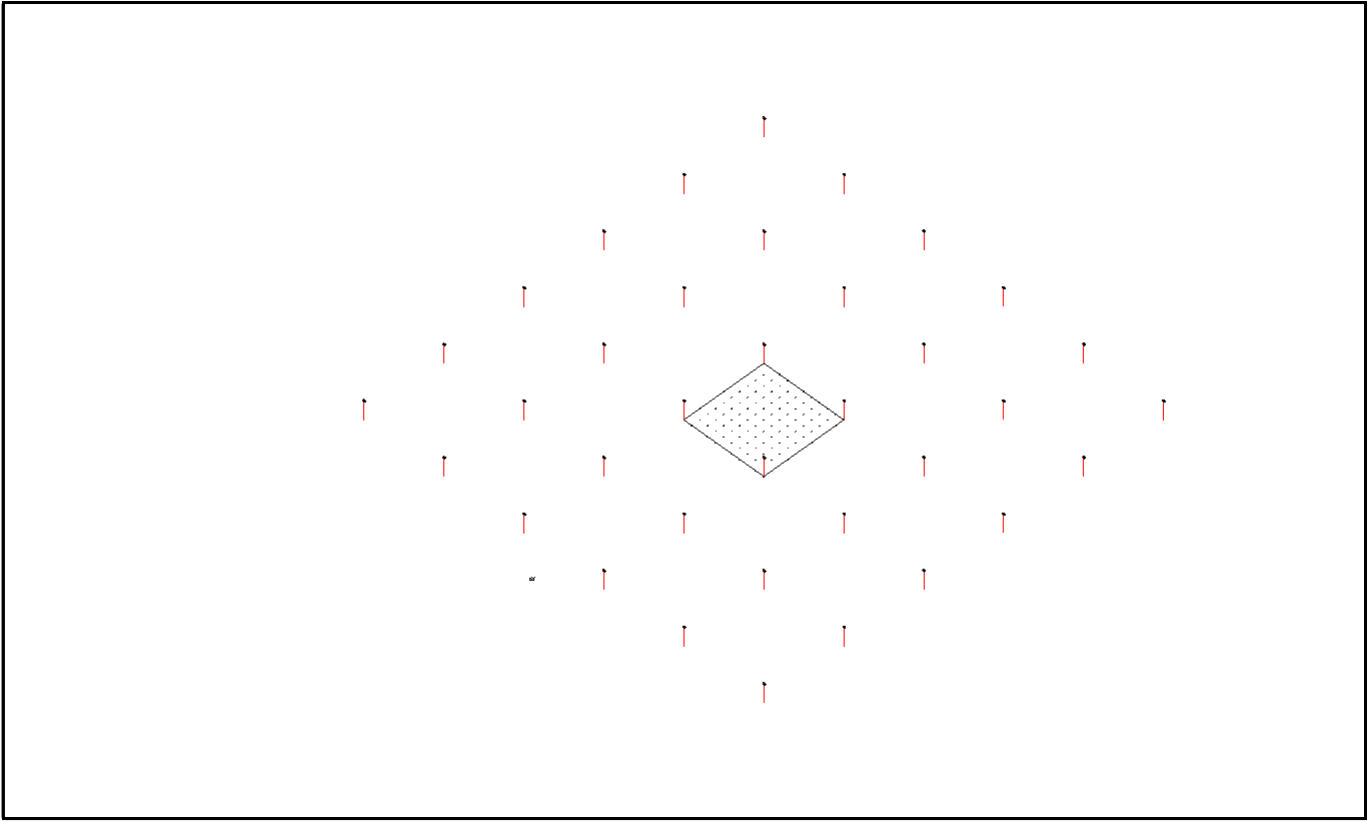
Observador (1) (Posición : -60,000, 12,500, 1,500)	VL Mínimo [cd/m²] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 12,500, 1,500)	VL Máximo [cd/m²] :	0,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 12,500, 1,500)	TI Mínimo [%] :	1,0	Dirección [°] :	0
Observador (1) (Posición : -60,000, 12,500, 1,500)	TI Máximo [%] :	1,0	Dirección [°] :	0



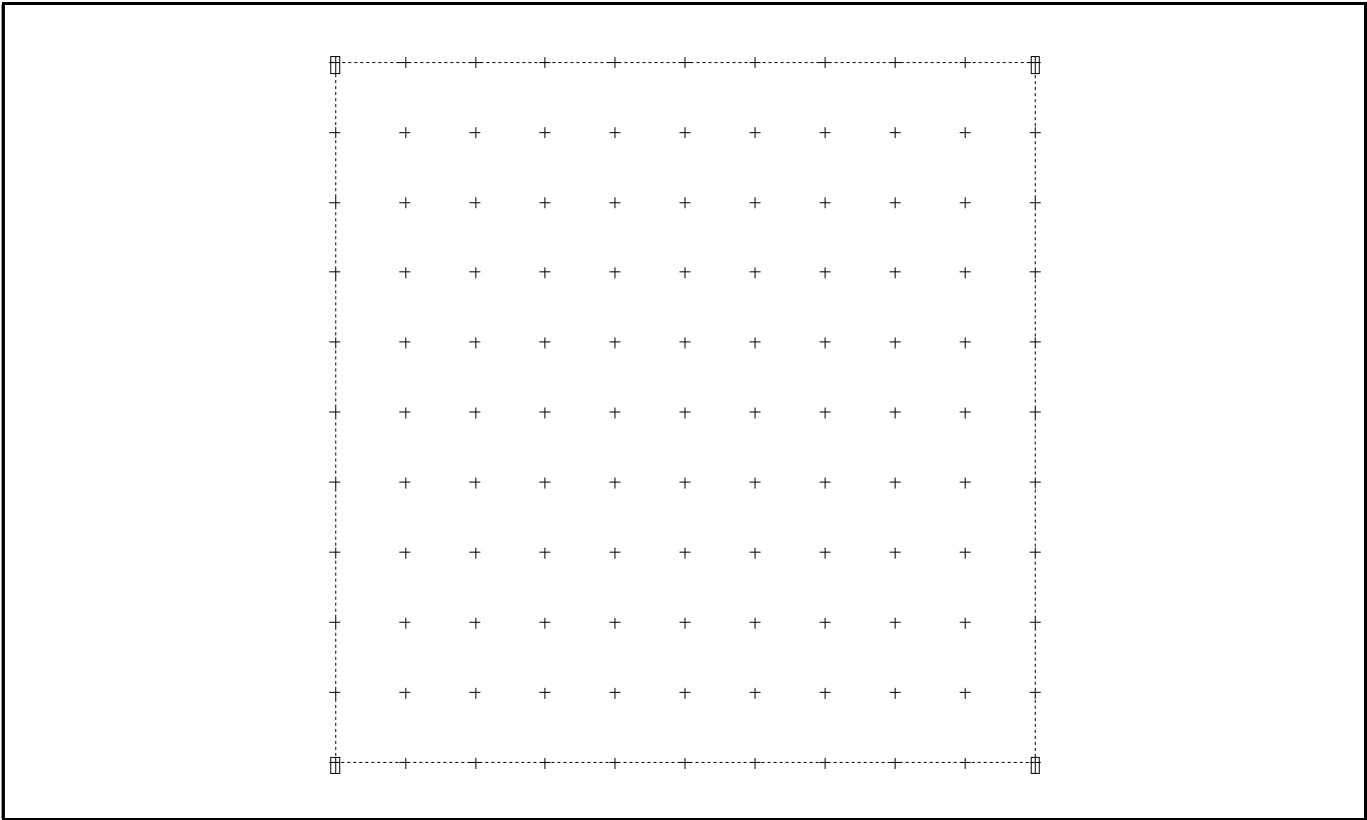
Vista en planta Configuración (1)



Vista en 3D Configuración (1)



Vista actual      Configuración (1)



Resultados de las mallas

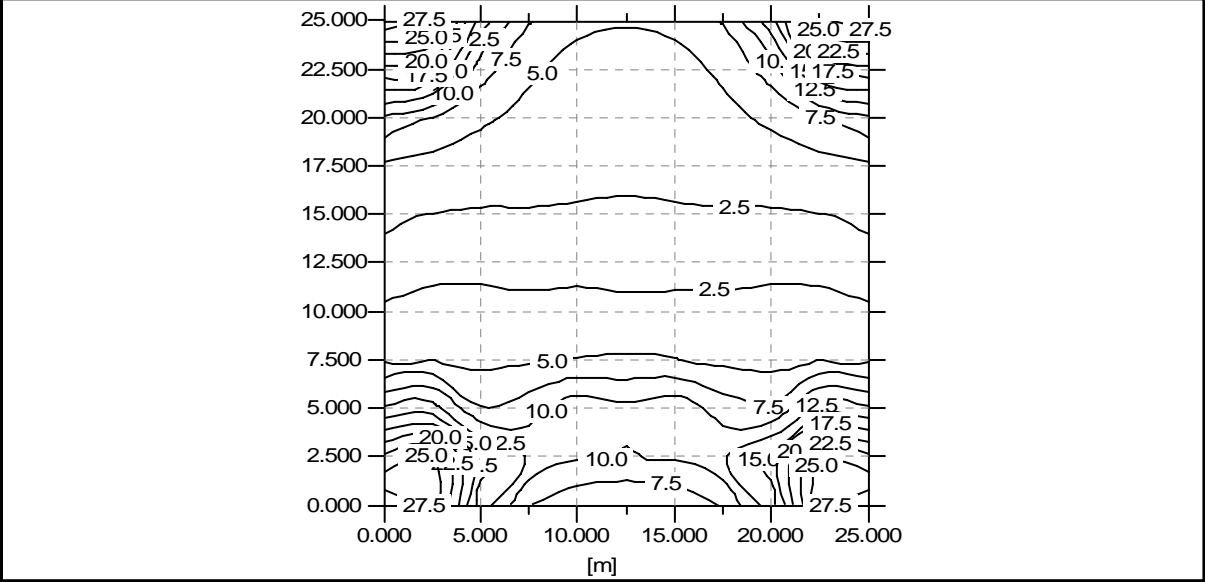
Tipo de media: Aritmética (A) o Ponderada (P)

Malla principal (1) : Iluminancia [lux]

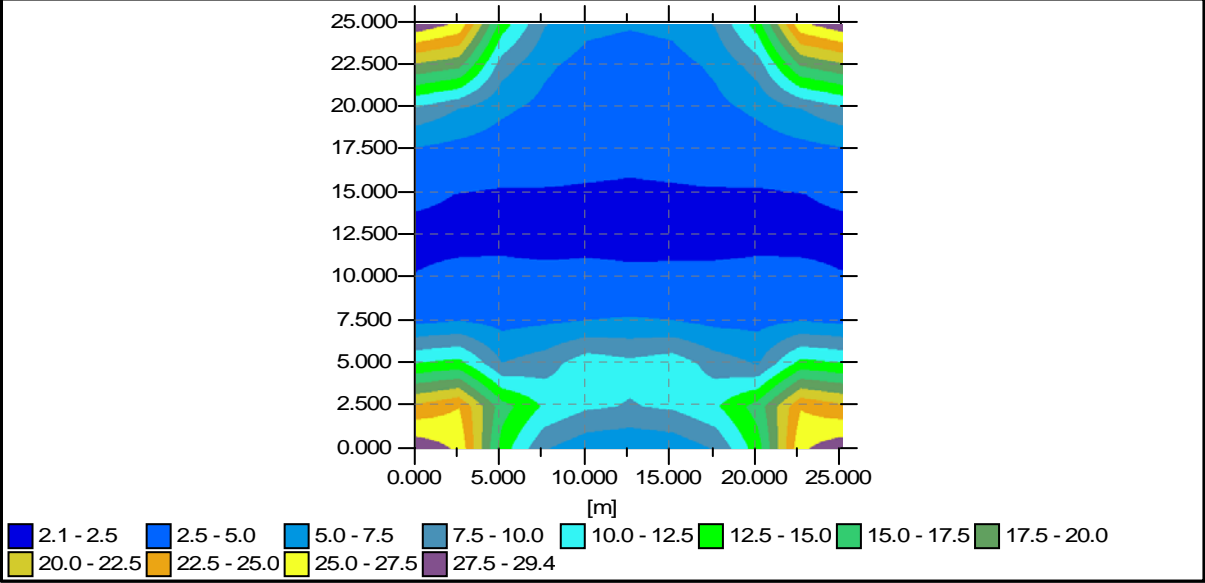
Mín : 2,1 lux    Med (A) 8,2 lux    Máx : 29,4 lux    Uo : 25,7 %    Ug : 7,2 %

25,000	29,4	27,1	13,8	7,7	5,6	5,2	5,6	7,7	13,8	27,1	29,4
22,500	19,3	17,9	8,6	5,4	4,0	3,8	4,0	5,4	8,6	17,4	19,3
20,000	9,5	7,5	5,4	4,3	3,4	3,2	3,4	4,3	5,5	7,5	9,5
17,500	4,5	4,0	3,5	3,2	2,9	2,8	2,9	3,2	3,5	4,0	4,5
15,000	2,7	2,5	2,3	2,4	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3	2,5	2,7
12,500	2,2	2,2	2,2	2,1	2,3	2,2	2,3	2,1	2,2	2,2	2,2
10,000	2,6	2,8	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,8	2,9	2,8	2,6
7,500	4,5	5,0	4,3	4,7	5,1	5,3	5,1	4,4	4,3	5,0	4,5
5,000	12,7	13,6	7,6	8,8	11,7	10,7	11,7	8,8	7,4	13,6	12,7
2,500	23,1	24,9	16,1	12,2	10,4	9,8	10,4	12,2	16,1	24,8	23,1
0,000	29,4	27,1	13,8	7,7	5,6	5,2	5,6	7,7	13,8	27,1	29,4
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000

Malla principal (1) : Iluminancia [lux]



Malla principal (1) : Iluminancia [lux]

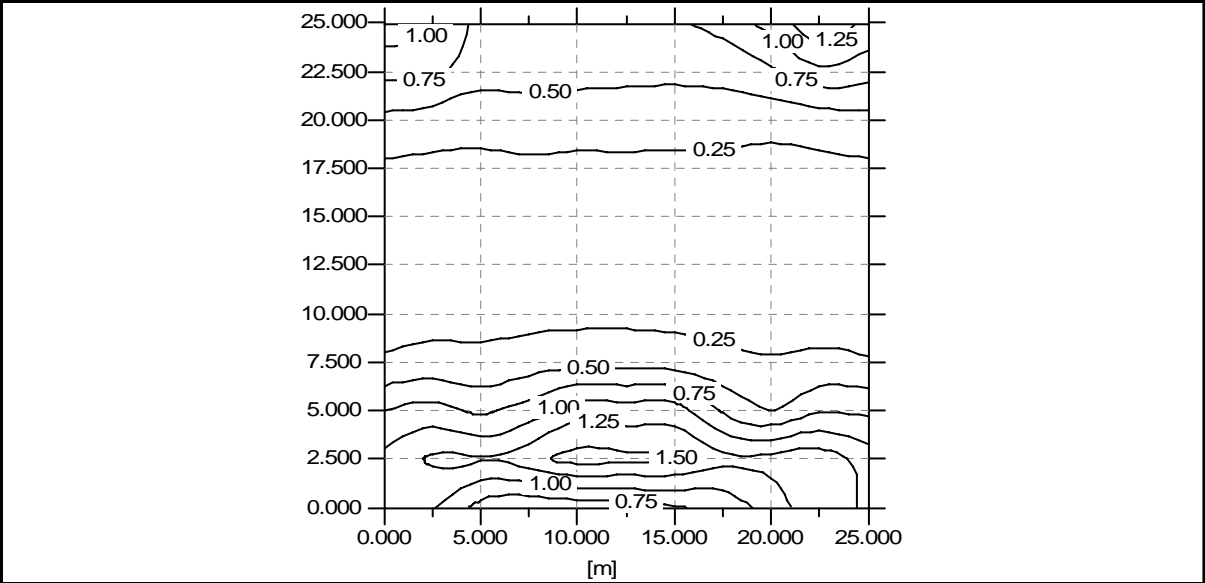


Malla principal (1) : Luminancia [cd/m²]

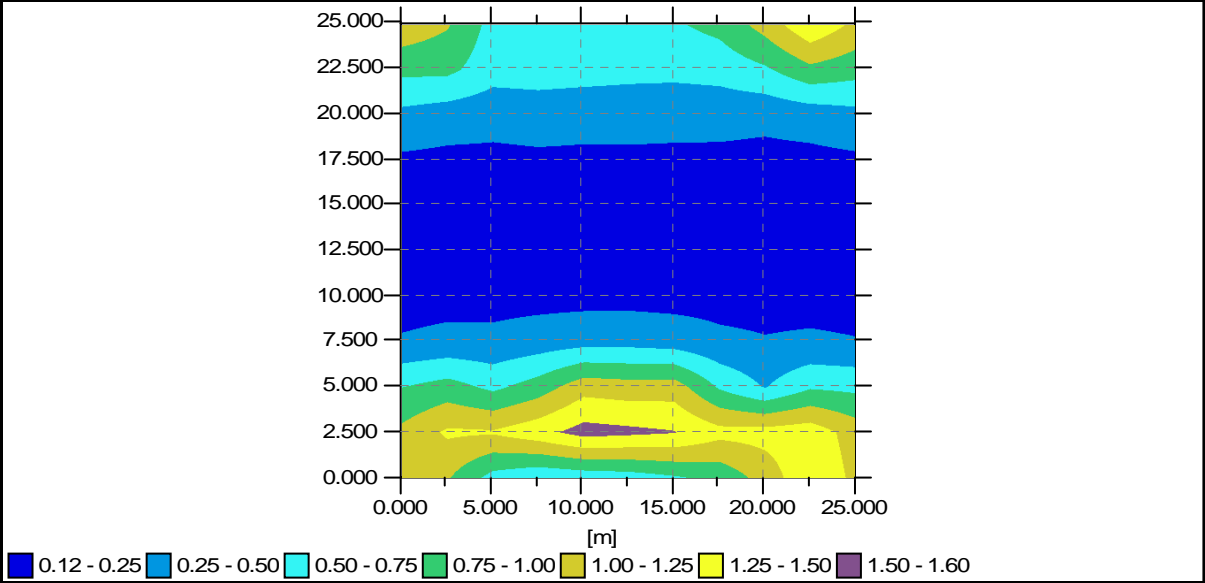
Mín : 0,12 cd/m Med (A) 0,55 cd/m² Máx : 1,60 cd/m² Uo : 21,8 % Ug : 7,4 %

25,000	1,18	1,02	0,66	0,55	0,59	0,63	0,72	0,83	1,10	1,46	1,19
22,500	0,82	0,81	0,61	0,62	0,61	0,58	0,57	0,59	0,71	0,93	0,84
20,000	0,43	0,37	0,33	0,35	0,33	0,33	0,32	0,33	0,31	0,36	0,42
17,500	0,21	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,19	0,18	0,18	0,21
15,000	0,14	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14	0,12	0,12	0,14
12,500	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13
10,000	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
7,500	0,27	0,31	0,30	0,36	0,41	0,41	0,38	0,30	0,26	0,28	0,26
5,000	0,75	0,85	0,69	0,87	1,15	1,11	1,12	0,72	0,49	0,72	0,69
2,500	1,07	1,29	1,28	1,41	1,60	1,56	1,51	1,33	1,35	1,39	1,15
0,000	1,18	1,02	0,66	0,55	0,59	0,63	0,72	0,83	1,10	1,46	1,19
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000

Malla principal (1) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (1) : Luminancia [cd/m²]

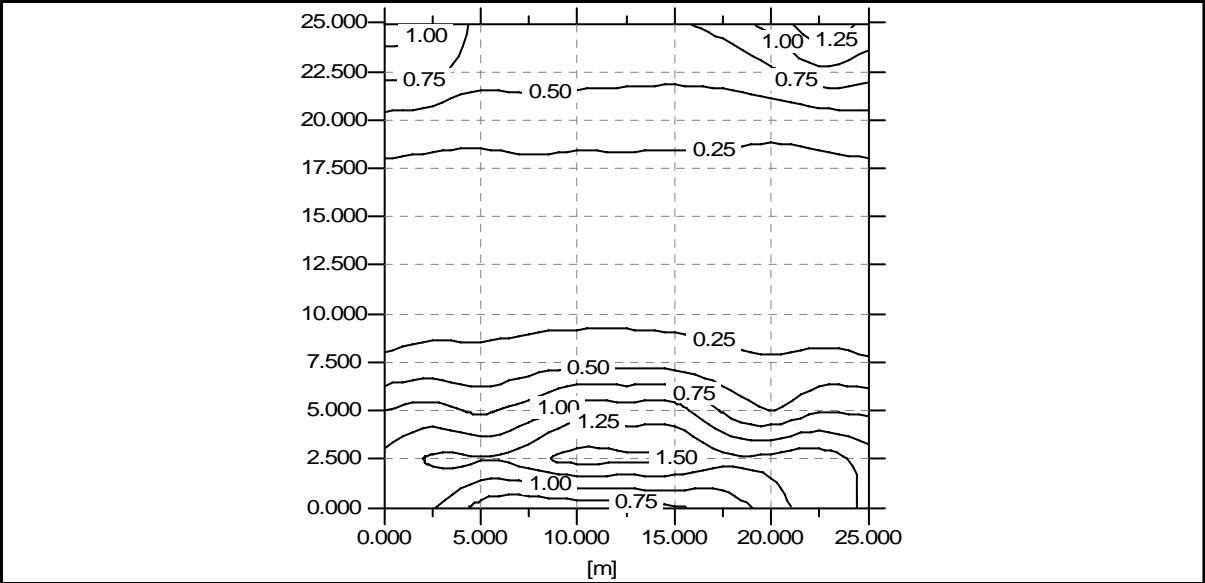


Malla principal (TI) (3) : Luminancia [cd/m²]

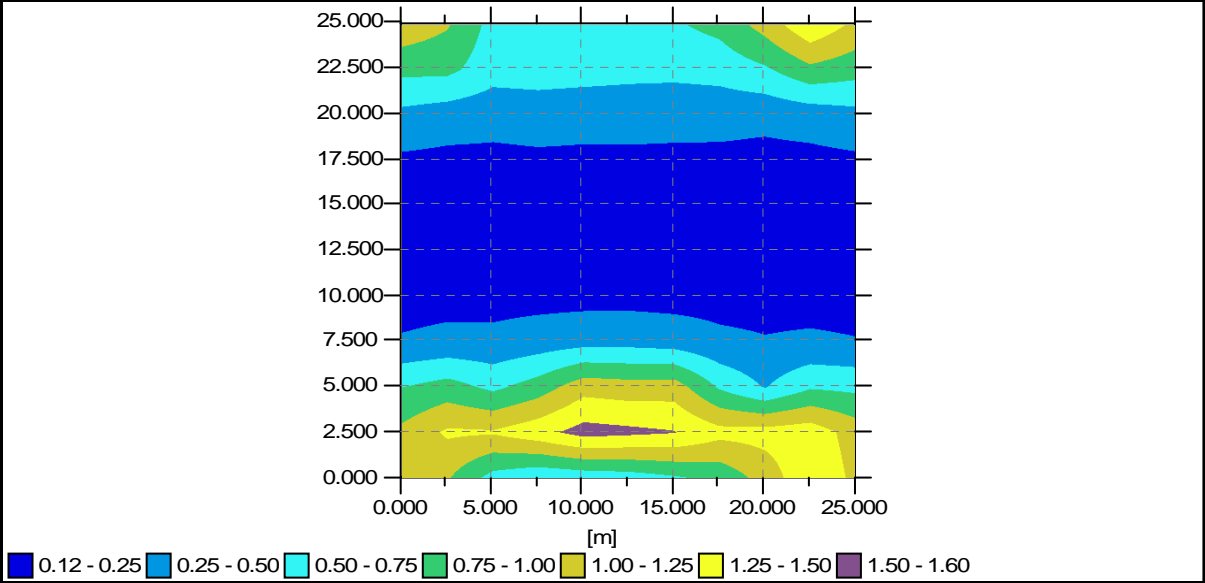
Mín : 0,12 cd/m Med (A) 0,55 cd/m² Máx : 1,60 cd/m² Uo : 21,8 % Ug : 7,4 %

25,000	1,18	1,02	0,66	0,55	0,59	0,63	0,72	0,83	1,10	1,46	1,19
22,500	0,82	0,81	0,61	0,62	0,61	0,58	0,57	0,59	0,71	0,93	0,84
20,000	0,43	0,37	0,33	0,35	0,33	0,33	0,32	0,33	0,31	0,36	0,42
17,500	0,21	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,19	0,18	0,18	0,21
15,000	0,14	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14	0,12	0,12	0,14
12,500	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13
10,000	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
7,500	0,27	0,31	0,30	0,36	0,41	0,41	0,38	0,30	0,26	0,28	0,26
5,000	0,75	0,85	0,69	0,87	1,15	1,11	1,12	0,72	0,49	0,72	0,69
2,500	1,07	1,29	1,28	1,41	1,60	1,56	1,51	1,33	1,35	1,39	1,15
0,000	1,18	1,02	0,66	0,55	0,59	0,63	0,72	0,83	1,10	1,46	1,19
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000

Malla principal (TI) (3) : Luminancia [cd/m²]



Malla principal (TI) (3) : Luminancia [cd/m²]



Centro del carril 1 (4) : Iluminancia [lux]

Mín : 2,1 lux      Med (A) 2,2 lux      Máx : 2,3 lux      Uo : 96,3 %      Ug : 94,0 %

12,500	2,2	2,2	2,2	2,1	2,3	2,2	2,3	2,1	2,2	2,2	2,2
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000

**Centro del carril 1 (4) : Luminancia [cd/m<sup>2</sup>]**

Mín : 0,12 cd/m Med (A) 0,13 cd/m<sup>2</sup> Máx : 0,13 cd/m<sup>2</sup> Uo : 94,2 % Ug : 90,6 %


12,500	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13
Y/X	0,000	2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000	22,500	25,000

Información general (Contin.)

Detalles de las configuraciones

• Configuración (1)

Activado ☒

Matriz	Descripción	Flujo	FM	Luminaria
990217C1	Aramis/PC liso/1543/HAL-CerTT/70/-25/120	6,4	0,91	

Detalles de los grupos

Lineal												
Nº	Principio			Luminaria				Geometría				
	X	Y	H	Matriz	Az	Inc	Rot	Núm X	Int X	Rot	Pendie	Inclina
1	-50,000	-50,000	6,000	990217C1	0,0	0,0	0,0	6	25,000	0,0	0,0	0,0
2	-50,000	-25,000	6,000	990217C1	0,0	0,0	0,0	6	25,000	0,0	0,0	0,0
3	-50,000	0,000	6,000	990217C1	0,0	0,0	0,0	6	25,000	0,0	0,0	0,0
4	-50,000	25,000	6,000	990217C1	0,0	0,0	0,0	6	25,000	0,0	0,0	0,0
5	-50,000	50,000	6,000	990217C1	0,0	0,0	0,0	6	25,000	0,0	0,0	0,0
6	-50,000	75,000	6,000	990217C1	0,0	0,0	0,0	6	25,000	0,0	0,0	0,0



Documentos fotométricos

990217C1


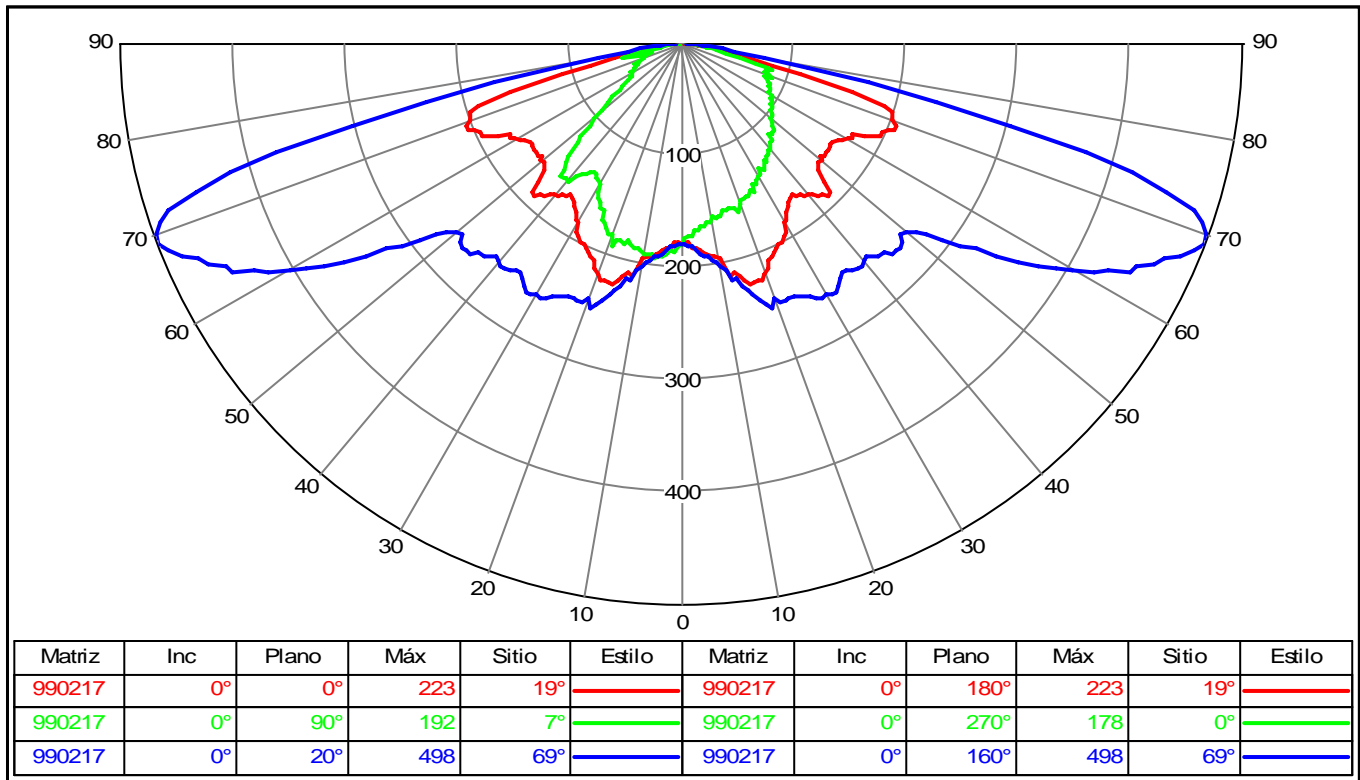
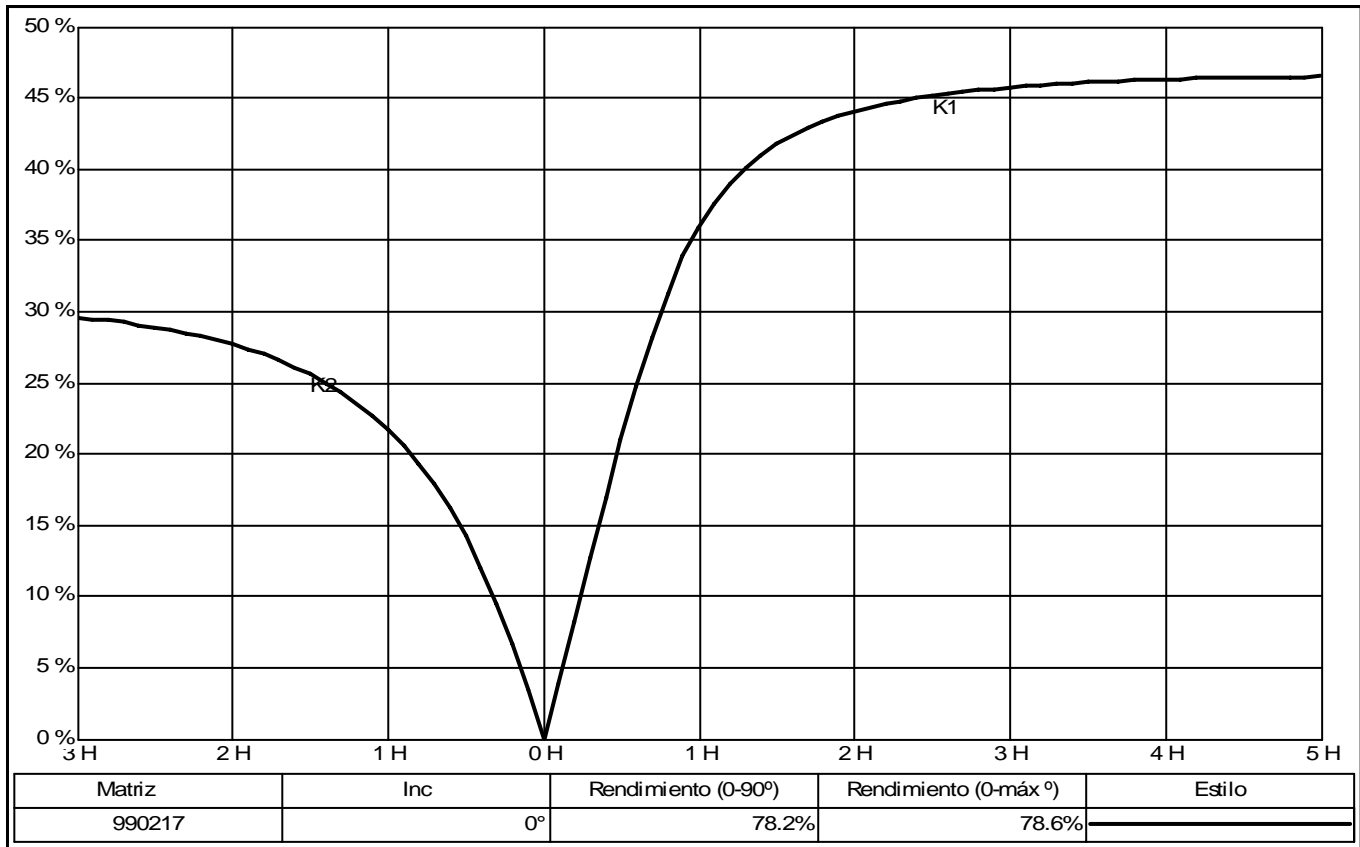
Aramis/PC liso/1543/HAL-CerTT/70/-25/120

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 265 de 334

## **2.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR PÚBLICO.**

### **2.2.1. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR PÚBLICO.**

La eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior público se determina mediante la expresión:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left( \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

Siendo:

$\varepsilon$  = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior público ( $lux \cdot m^2 / W$ ).

P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W).

S = superficie iluminada ( $m^2$ ).

$E_m$  = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux).

Para el caso que nos ocupa, se diferencian tres tipos de instalaciones de alumbrado:

- Vial funcional, que se corresponde con vías urbanas y que contempla las secciones tipo B1, B2, C, E, F, G y H.
- Vial ambiental destinado a aparcamiento, que contempla la sección tipo A.
- Vial ambiental destinado viario peatonal, que contempla las secciones tipo D e I.

#### **2.2.1.1. Eficiencia energética de la instalación de alumbrado vial funcional.**

El nivel de eficiencia energética de la instalación será:

$$\varepsilon = \frac{\frac{1.200 \cdot 13,0}{3 \cdot 100 \cdot 1,16} + \frac{3.240 \cdot 15,1}{6 \cdot 100 \cdot 1,16} + \frac{3.060 \cdot 14,6}{6 \cdot 100 \cdot 1,16} + \frac{6.750 \cdot 12,0}{12 \cdot 100 \cdot 1,16} + \frac{615,7 \cdot 14,3}{4 \cdot 70 \cdot 1,20}}{7} + \frac{\frac{900 \cdot 12,8}{3 \cdot 100 \cdot 1,16} + \frac{1.100 \cdot 12,2}{2 \cdot 100 \cdot 1,16}}{7} = 50,7$$

#### **2.2.1.2. Eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a aparcamiento.**

El nivel de eficiencia energética de la instalación será:

$$\varepsilon = \frac{8.165 \cdot 12,8}{12 \cdot 100 \cdot 1,16} = 75,1$$

#### **2.2.1.3. Eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a viario peatonal.**

El nivel de eficiencia energética de la instalación será:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 266 de 334

$$\varepsilon = \frac{\frac{250 \cdot 14,7}{2 \cdot 70 \cdot 1,20} + \frac{7.636,5 \cdot 8,2}{18 \cdot 70 \cdot 1,20}}{2} = 31,6$$

## 2.2.2. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Los niveles mínimos de eficiencia energética para instalaciones de alumbrado exterior público son indicados en las tablas 1 y 2 de la ITC – EA – 01, para instalaciones de alumbrado vial funcional y ambiental respectivamente.

Según dichas tablas, la eficiencia energética mínima en servicio de la instalación de alumbrado vial ambiental público se obtiene a partir de la expresión:

$$\varepsilon_{\min} = \varepsilon_i + \frac{\varepsilon_{i+1} - \varepsilon_i}{E_{m_{i+1}} - E_{m_i}} \cdot (E_m - E_{m_i})$$

Siendo:

- $\varepsilon_{\min}$  = eficiencia energética mínima de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ ).
- $\varepsilon_i$  = eficiencia energética mínima superior de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ ), conforme a la tabla 2 de la ITC – EA – 01.
- $\varepsilon_{i+1}$  = eficiencia energética mínima inferior de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ ), conforme a la tabla 2 de la ITC – EA – 01.
- $E_{m_i}$  = iluminancia media en servicio superior de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux}$ ), conforme a la tabla 2 de la ITC – EA – 01.
- $E_{m_{i+1}}$  = iluminancia media en servicio inferior de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux}$ ), conforme a la tabla 2 de la ITC – EA – 01.
- $E_m$  = iluminancia media en servicio de la instalación ( $\text{lux}$ ).

### 2.2.2.1. Requisitos mínimos de eficiencia energética de la instalación de alumbrado vial funcional.

La iluminancia media en servicio de la instalación se obtiene de la expresión:

$$E_m = \frac{13,0 + 15,1 + 14,6 + 12,0 + 14,3 + 12,8 + 12,2}{7} = 13,4 \text{ luxes}$$

Con los valores de la tabla 1 de la ITC – EA – 01 para niveles de iluminancia media en servicio de 15 y 10 luxes respectivamente se obtiene un nivel de eficiencia energética mínima de la instalación:

$$\varepsilon_{\min} = 15 + \frac{12 - 15}{10 - 15} \cdot (13,4 - 15) = 14,1 \frac{\text{lux} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$$

Al ser el nivel de eficiencia energética de la instalación de alumbrado vial funcional superior al nivel de eficiencia energética mínima, la instalación diseñada cumple con los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos por la ITC – EA – 01.

### 2.2.2.2. Requisitos mínimos de eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a aparcamiento.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 267 de 334

La iluminancia media en servicio de la instalación es:

$$E_m = 12,8 \text{ luxes}$$

Con los valores de la tabla 2 de la ITC – EA – 01 para niveles de iluminancia media en servicio de 15 y 10 luxes respectivamente se obtiene un nivel de eficiencia energética mínima de la instalación:

$$\varepsilon_{\min} = 7,5 + \frac{6 - 7,5}{10 - 15} \cdot (12,8 - 15) = 6,84 \frac{\text{lux} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$$

Al ser el nivel de eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a aparcamiento superior al nivel de eficiencia energética mínima, la instalación diseñada cumple con los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos por la ITC – EA – 01.

### **2.2.2.3. Requisitos mínimos de eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a viario peatonal.**

La iluminancia media en servicio de la instalación se obtiene de la expresión:

$$E_m = \frac{14,7 + 8,2}{2} = 11,5 \text{ luxes}$$

Con los valores de la tabla 2 de la ITC – EA – 01 para niveles de iluminancia media en servicio de 15 y 10 luxes respectivamente se obtiene un nivel de eficiencia energética mínima de la instalación:

$$\varepsilon_{\min} = 7,5 + \frac{6 - 7,5}{10 - 15} \cdot (11,5 - 15) = 6,44 \frac{\text{lux} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$$

Al ser el nivel de eficiencia energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a viario peatonal superior al nivel de eficiencia energética mínima, la instalación diseñada cumple con los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos por la ITC – EA – 01.

### **2.2.3. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.**

El índice de eficiencia energética ( $I_E$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\varepsilon$ ) y el valor de la eficiencia energética de referencia ( $\varepsilon_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada.

$$I_E = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Según la tabla 3, la eficiencia energética de referencia de la instalación de alumbrado vial ambiental público se obtiene a partir de la expresión:

$$\varepsilon_R = \varepsilon_{R\_i} + \frac{\varepsilon_{R\_i+1} - \varepsilon_{R\_i}}{E_{m\_i+1} - E_{m\_i}} \cdot (E_m - E_{m\_i})$$

Siendo:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 268 de 334

- $\varepsilon_R$  = eficiencia energética de referencia de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ ).  
 $\varepsilon_{R\_i}$  = eficiencia energética de referencia superior de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ ), conforme a la tabla 3 de la ITC – EA – 01.  
 $\varepsilon_{R\_i+1}$  = eficiencia energética de referencia inferior de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ ), conforme a la tabla 3 de la ITC – EA – 01.  
 $E_{m\_i}$  = iluminancia media en servicio superior de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux}$ ), conforme a la tabla 3 de la ITC – EA – 01.  
 $E_{m\_i+1}$  = iluminancia media en servicio inferior de la instalación de alumbrado vial ambiental público ( $\text{lux}$ ), conforme a la tabla 3 de la ITC – EA – 01.  
 $E_m$  = iluminancia media en servicio de la instalación ( $\text{lux}$ ).

### 2.2.3.1. Calificación energética de la instalación de alumbrado vial funcional.

Con los valores de la tabla 3 de la ITC – EA – 01 para niveles de iluminancia media en servicio para instalaciones de alumbrado vial funcional entre 15 y 10 luxes respectivamente se obtiene un nivel de eficiencia energética de referencia de la instalación:

$$\varepsilon_R = 23 + \frac{18 - 23}{10 - 15} \cdot (13,4 - 15) = 21,4 \frac{\text{lux} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$$

Se obtiene un índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) para la instalación proyectada:

$$I_\varepsilon = \frac{50,7}{21,4} = 2,36$$

Al obtenerse un índice de eficiencia energética  $I_\varepsilon = 2,36 > 1,1$ , la calificación energética de la instalación de alumbrado vial funcional proyectada es de **clase A**, conforme con lo indicado en la tabla 4 de la ITC – EA – 01.

### 2.2.3.2. Calificación energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a aparcamiento.

Con los valores de la tabla 3 de la ITC – EA – 01 para niveles de iluminancia media en servicio para instalaciones de alumbrado ambiental destinado a aparcamiento entre 15 y 10 luxes respectivamente se obtiene un nivel de eficiencia energética de referencia de la instalación:

$$\varepsilon_R = 11 + \frac{9 - 11}{10 - 15} \cdot (12,8 - 15) = 10,1 \frac{\text{lux} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$$

Se obtiene un índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) para la instalación proyectada:

$$I_\varepsilon = \frac{75,1}{10,1} = 7,42$$

Al obtenerse un índice de eficiencia energética  $I_\varepsilon = 7,42 > 1,1$ , la calificación energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a aparcamiento proyectada es de **clase A**, conforme con lo indicado en la tabla 4 de la ITC – EA – 01.

### 2.2.3.3. Calificación energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a viario peatonal.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 269 de 334

Con los valores de la tabla 3 de la ITC – EA – 01 para niveles de iluminancia media en servicio para instalaciones de alumbrado ambiental destinado a viario peatonal entre 15 y 10 luxes respectivamente se obtiene un nivel de eficiencia energética de referencia de la instalación:

$$\varepsilon_R = 11 + \frac{9-11}{10-15} \cdot (11,5-15) = 9,6 \frac{\text{lux} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$$

Se obtiene un índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) para la instalación proyectada:

$$I_\varepsilon = \frac{31,6}{9,6} = 3,30$$

Al obtenerse un índice de eficiencia energética  $I_\varepsilon = 3,30 > 1,1$ , la calificación energética de la instalación de alumbrado ambiental destinado a viario peatonal proyectada es de **clase A**, conforme con lo indicado en la tabla 4 de la ITC – EA – 01.

#### **2.2.3.4. Calificación energética de la instalación de alumbrado público.**

De lo anteriormente expuesto, para el caso que nos ocupa se puede deducir que al ser la calificación energética de cada unas de las diferentes tipologías estudiadas de clase A, la calificación energética de instalación de alumbrado del Plan Parcial CP-3 es de **clase A**.

En el hipotético caso que para alguna de las tipologías estudiadas se hubiera obtenido una calificación energética diferente de la clase A se hace necesario el estudio de la totalidad de la instalación en conjunto, siguiendo el proceso indicado en el apartado 2.2 y siguientes.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 270 de 334

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. GENERALIDADES.**

#### **1.1. PLAN DE OBRAS.**

El contratista antes de empezar las obras objeto del presente proyecto, deberá presentar al Técnico encargado un Plan detallado de la ejecución con indicación de los plazos parciales para la realización de las distintas unidades de obra.

#### **1.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.**

Antes de la instalación de cualquier material o maquinaria susceptible de ser elegido entre los dos de distinta procedencia, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras, muestras y relaciones de marcas de todos los elementos a emplear y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazado por la Dirección Técnica de la obra aún después de colocados si no cumplieren las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones.

Se realizarán análisis y pruebas que se ordenen por la Dirección de la obra en laboratorios que esta designe, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

#### **1.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.**

Deberán dar comienzo antes de los 10 días naturales contados desde la realización del replanteo de las obras.

#### **1.4. PLAZO DE GARANTÍA.**

Durante los doce meses siguientes a la terminación de las obras, determinadas por el Acta de Recepción, correrá de cuenta del Contratista la conservación de las mismas, así como la reparación de todos los desperfectos no atribuibles a causa de fuerza mayor que pudieran ocurrir.

#### **1.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.**

La recepción definitiva y la liquidación de las obras se realizará una vez transcurrido el período de garantía, tras haber solucionado las anomalías que se hubieran encontrado, debidas a deficiencias de ejecución no observadas en la recepción provisional, en la forma prevista en el Reglamento General de Contratación del Estado (Art. 169 a 177, ambos inclusive).

#### **1.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Serán de cuenta del Contratista los gastos de anuncio de subasta, replanteo general y de replanteos parciales (no de los replanteos previos a la subasta), los de inspección y vigilancia no técnica, mediciones, pruebas, recepción y liquidaciones en la forma en que pudiera estar previsto con carácter general para las demás Obras Públicas dependientes del Ministerio de Fomento.

#### **1.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen con la explotación de canteras, la extracción de

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 271 de 334

tierra para la ejecución de los terraplenes, la realización de excavaciones para zanjas y/o cimentaciones, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos.

Los daños que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte y de las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras.

Se incluyen los daños causados a la propiedad del titular de las obras que se estén realizando.

### **1.8. JORNALES MÍNIMOS.**

El Contratista estará obligado a no abonar jornal inferior a los mínimos previstos en la vigente legislación laboral.

Asimismo, ingresará en los Organismos Competentes las cuotas que correspondan en materia de Seguridad Social, así como las retenciones efectuadas a los trabajadores bajo el concepto de Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas.

### **1.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.**

El Contratista viene obligado asegurar a sus obreros y empleados en la forma y condiciones que se establecen en la vigente legislación.

### **1.10. DISPOSICIÓN FINAL.**

En todo aquello que no se halle concretamente especificado en este Pliego de Condiciones se deberá atener el Contratista a lo dispuesto en el vigente Pliego de Condiciones Generales para la contratación de Obras Públicas.

Cuando exista contradicción o discrepancia entre el presente documento y los restantes que componen el presente Proyecto Técnico, prevalecerá sobre el presente lo descrito en la memoria; sobre ambos, lo descrito en los Presupuestos, y en cualquier caso, el criterio y órdenes del Director Técnico de las Obras.

## **2. CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN.**

Todos los materiales empleados, aun los no relacionados en el presente Proyecto, deberán ser de primera calidad.

Antes de su instalación, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras muestras y relaciones de marcas de todos los materiales a emplear, y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección de la Obra aún después de ser colocados, si no cumplieren las condiciones exigidas en estas Normas.

Cualquier material que no se ajuste a las normas que a continuación se indican o que por estar incluidas en las mismas no sea de la mejor calidad existente en el mercado será rechazado por la Dirección Técnica de la Obra y retirado de la misma por la Contrata.

Se realizarán los análisis y pruebas que se ordenen por la Dirección de la Obra en Laboratorios que ésta designe, siendo los gastos por cuenta de la Contrata.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 272 de 334

## **2.1. CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES.**

### **2.1.1. CONDUCTORES ELÉCTRICOS.**

Se considerarán como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna y a los conductores polares y al compensador en corriente continua.

Los conductores que se empleen para la distribución de la energía eléctrica serán de cobre electrolítico de alta conductividad, con aislamiento y cubierta de PVC, para la tensión nominal exigida en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Los cables serán unipolares en el caso que la sección correspondiente a las fases sea igual o superior a 25 mm<sup>2</sup>; para secciones inferiores podrán utilizarse cables multipolares.

No se realizarán empalmes o derivaciones en el interior de las canalizaciones o arquetas; estas conexiones deberán realizarse aprovechando la caja de las farolas, que deberá estar a 2,5 m. sobre el nivel de suelo. Así mismo, no se admitirán cables que presenten desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen, ni se permitirá el empleo de cables de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

No se emplearán conductores comunes para circuitos diferentes, a excepción de que se emplee un hilo del circuito de potencia para funciones de control; en este caso, los restantes conductores de control serán unipolares y claramente diferenciables entre sí y con respecto al conductor principal.

### **2.1.2. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.**

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas metálicas de las máquinas o aparatos con la toma de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Serán desnudos, de cobre, de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, instalados por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación. También podrán ser aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, de cobre, de sección mínima 16 mm<sup>2</sup> para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

En la instalación de los conductores de protección se tendrá en cuenta que:

- Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto.
- No se utilizará un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.
- Si los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se recomienda incluir también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores. Cuando el conductor de protección se instala independientemente de esta canalización, tiene, no obstante, que seguir el curso de la misma.
- Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 273 de 334

tubo de resistencia adecuada, que será además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles de la edificación.

- El conductor de protección de una canalización móvil no será independiente de los demás conductores de esta canalización.
- En el caso de conductores blindados con aislamiento mineral, la cubierta exterior de estos conductores podrá realizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, siempre que su continuidad quede perfectamente asegurada.
- Cuando las canalizaciones están constituidas por conductores aislados colocados bajo tubos de material ferromagnético o de cables que contienen una armadura metálica, los conductores de protección se colocarán en los mismos tubos o formarán parte de los mismos conductores que los conductores activos.
- Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos y químicos, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción.
- Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido o por piezas de conexión de aprieto por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de aprieto, si se usan, estarán provistos de un dispositivo que evite su desaprieto.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar deterioros causados por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

### 2.1.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.

La identificación de los conductores según la Norma UNE 21 031 es la siguiente:

- Letra inicial:
  - o Si es H: conforme a las normas armonizadas europeas
  - o Si es A: cable reconocido de tipo nacional.
- Dos números siguientes: tensión nominal del cable.
- Letra segunda: material de aislamiento y cubierta.
- Letra tercera: forma del cable.
- Última letra: tipo de conductor.

Los colores distintivos de los conductores en instalaciones eléctricas serán: el conductor de protección y neutro se identificarán fácilmente por los colores que presenten en su aislamiento, o por inscripciones en el mismo, cuando se utilice aislamiento no susceptible de coloración.

Cuando exista conductor de neutro en la instalación, o cuando se prevea para el conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos con el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por los colores amarillo y verde.

Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes podrá utilizarse el color gris para la tercera.

### 2.1.4. TUBOS DE PROTECCIÓN.

Los tubos protectores a emplear deberán ser de los tipos descritos a continuación:

- Aislantes rígidos curvables en caliente, fabricado con un material aislante como PVC o polietileno. Éstos serán estancos y no propagadores de llama, con grado de protección contra daños mecánicos 5 (designación ARNLE XX5).
- Aislantes flexibles normales, curvables con las manos, con grado de protección contra daños mecánicos 3 (designación AFN XX3).

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 274 de 334

- De acero, de aleación de aluminio y magnesio, de cinc o de sus aleaciones. Éstos serán estancos y no propagadores de llama, con grado de protección contra daños mecánicos 9 (designación MRBLE XX9).

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será como mínimo igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

#### **2.1.5. TENDIDO DE CABLES.**

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas.

No se dará a los cables curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que seis veces el diámetro exterior de los cables al utilizarse conductor con aislamiento y cubierta de material plástico. Se procurará no proceder al tendido de los cables cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C.

Cuando sea necesario efectuar el tendido en las citadas condiciones, deberán tomarse precauciones especiales.

Se cuidará que la humedad no penetre en el cable.

#### **2.1.6. EMPALMES Y DERIVACIONES.**

Como piezas de unión para los empalmes y derivaciones, se emplearán preferentemente manguitos y piezas en forma de T o cruz de cobre o latón estañado, con taladros o ranuras en su parte superior, y que se soldarán con aleación de estaño a los conductores.

La soldadura se efectuará vertiendo varias veces consecutivas sobre la unión el estaño fundido, hasta conseguir que no queden huecos entre los alambre del conductor y la pieza de unión, siendo conveniente estañar previamente el conductor. Como desoxidante se empleará colofonia.

Para no perjudicar los aislamientos de los conductores al verter el estaño fundido, se protegerán provisionalmente mediante cordón de amianto o una gruesa capa de tela aceitada.

Para mantener aislados entre sí los distintos conductores del cable, se emplearán preferentemente separadores de formas adecuadas cuando se dispongan cajas metálicas de empalme o derivación.

Los empalmes y derivaciones de cables aislados y armados se dispondrán en el interior de cajas de hierro alquitranadas, con bocas previstas de bridas que aprisionarán los extremos de las protecciones exteriores y tubo de plomo, si lo hay, de los cables. Entre los dos cuerpos de la caja se dispondrá una junta o guarnición para garantizar el cierre.

Para los cables no armados, los empalmes y derivaciones pueden también protegerse con cajas de hierro, o bien cuando se reconstituye el aislamiento, con cinta formada por tejido de lona impermeabilizada, aplicando exteriormente una o varias capas de barniz intemperie.

Las cajas de hierro se llenarán a través de orificios provistos de tapones roscados, con pasta aislante adecuada al aislamiento de los cables con suficiente rigidez dieléctrica, adherencia, plasticidad y apropiado punto de reblandecimiento. Antes de llenar la caja con pasta, se calentará ésta hasta la fluidez, pero sin que la temperatura rebase el límite señalado por el fabricante para evitar su descomposición e inflamación.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 275 de 334

Las cajas y demás materiales que vayan a ser utilizados en un empalme o derivación deberán estar completamente secos y limpios, comenzando el montaje cuando se tenga la seguridad de que puede realizarse ininterrumpidamente.

Si los cables están colocados bajo tubos, los empalmes y derivaciones se dispondrán en arquetas de registro. Se reducirá al mínimo el número de empalmes de los cables, haciéndolos coincidir con las derivaciones siempre que sea posible.

Para derivar de la conducción de energía las acometidas a los puntos de luz, pueden utilizarse los tipos de derivaciones indicados.

Es preferible disponer la conducción de energía con un terminal de entrada y otro de salida en el interior de la base de cada uno de los postes o báculos.

#### **2.1.7. ACOMETIDA A LOS PUNTOS DE LUZ.**

Los cables que unen la conducción de energía con los portalámparas de los puntos de luz no sufrirán deterioro o aplastamiento a su paso por el interior de los brazos, postes o báculos. La parte roscada de los portalámparas se conectará al conductor que tenga menos tensión con respecto a tierra.

Los cortacircuitos fusibles que llevarán intercalados las acometidas se colocarán en una regleta a la altura de la puerta de registro, si se emplean postes o báculos, y en cajas de bakelita sujetas a las paredes, en caso de utilizar brazos murales.

### **2.2. ACCESORIOS.**

#### **2.2.1. APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA.**

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar la posición intermedia. Serán del tipo cerrado y material aislante.

Las dimensiones de las piezas en contacto serán tales que la temperatura en ningún caso deberá exceder de 55° C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número de maniobras de apertura y cierre del orden de 10000, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensión nominal y estarán probados a tensión entre 500 y 1000 voltios.

##### **2.2.1.1. Interruptor de tiempo.**

Los interruptores estarán contruidos de acuerdo con la prescripción VDE 0100/5.73, según la cual, el accionamiento con pulsadores sólo puede realizarse a través del conductor activo.

Dispondrá para su fijación de perfil omega de 35 mm para quedar incorporados en sus respectivos cuadros. Se ajustarán a las siguientes características:

- Regulación: 1 a 6 m.
- Tensión: 230 + 10%.
- Intensidad (contactos): 10 A;  $\cos \varphi = 1$ .
- Potencia (incandescente): 1200 w.
- Resistencia al clima: 40° C con 95% HR.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 276 de 334

### 2.2.1.2. Interruptor de control remoto.

Se ajustará a las siguientes características:

- Intensidad nominal: 20 A.
- Tensión: 400/230 voltios.

Estará dispuesto para su fijación a presión sobre perfil omega de 35 mm.

### 2.2.2. APARATOS DE PROTECCIÓN.

Las cajas de mando y protección estarán fabricadas en material aislante y autoextinguible, según recomendación UNESA 1407 B y 1408 B.

La tapa de la caja de ICP será de cuatro huecos. La caja y tapa del cuadro de protección serán de 12 a 16 módulos, ésta última llevará incluido zócalo para perfiles omega y regleta de conexión para el conductor de protección, y puerta.

El ICP será de neutro pasante equipado con tornillo para precinto. La calibración de éste será función de la potencia a contratar.

Los interruptores diferenciales serán de intensidad y sensibilidad acorde al punto respectivo a instalar, de 2 o 4 módulos, y 30 ms de tiempo de disparo.

La carcasa será de material aislante, de color gris, con maneta de recuperación y pulsador de prueba. Llevará grabado en un lugar visible la tensión, intensidad, intensidad nominal diferencial y resto de características.

Los interruptores automáticos magnetotérmicos tendrán carcasa de material aislante, en color gris, con la maneta en negro. Llevará grabado en lugar visible la tensión, intensidad y tipo o gama a la que pertenece. La gama empleada se atenderá a las Normas UNE 20 347 y UNE 20 103.

### 2.2.3. BÁCULOS Y COLUMNAS.

Cuando sean de chapa de acero, éste será del tipo A-37 b, según norma UNE 3608073 y de la forma y dimensiones descritas en los Planos.

Deberán entregarse galvanizados en caliente, de acuerdo con las especificaciones técnicas que se fijan en el RD 2531/85. No presentarán en su superficie discontinuidades, imperfecciones, manchas bultos o ampollas. También cumplirán con lo establecido en el RD 2642/85 por el que se declaran de obligado cumplimiento sus especificaciones técnicas y su homologación por el Ministerio de Industria.

A tal fin, todos estos elementos deberán poderse identificar en sitio visible por troquelado del distintivo de la marca, de conformidad de la producción y su número de identificación.

Cuando se especifique el diámetro en punta para las columnas, se entiende que éstas deberán tener una conicidad uniforme y alcanzar el diámetro especificado sin el empleo de casquillos, ampliaciones u otro sistema que altere la conicidad.

Se podrán usar columnas ornamentales de fundición, aleación ligera, plastificadas o de hormigón cuando existan razones que justifiquen la ventaja del uso de estos elementos sobre los descritos en el Real Decreto siempre que se cumplan estrictamente las especificaciones de material y peso mínimo.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 277 de 334

En el caso de columnas de fundición o aluminio, a menos que se exprese lo contrario, estarán formadas por dos tramos rectos empalmables (los eventuales brazos constituirán piezas separadas). El encastre o unión entre ambos tramos deberá tener un grado de ajuste que impida que entre ambas partes se puedan producir oscilaciones apreciables aún en el caso de que los tornillos de fijación entre ambos queden eventualmente flojos.

Los citados tornillos deberán quedar embutidos o rasantes a la superficie una vez apretados.

Sea cual sea su forma y material de construcción, dispondrá en la base o fuste de una puerta de registro de dimensiones suficientes para el paso y alojamiento de los accesorios de conexión y protección de la lámparas, situada a una altura mínima de 2,5 m del suelo.

Irán provistos de cerraduras o dispositivos de cierre por tornillo cabeza tipo Allen de acero inoxidable. Resistirán sin deformación un peso de 50 Kg, suspendido en el punto de soporte de la luminaria que a cada uno le corresponda.

#### **2.2.3.1. Transporte.**

Se emplearán los medios auxiliares para que durante el transporte los postes o báculos no sufran deterioro alguno.

#### **2.2.3.2. Colocación.**

El izado y colocación de los postes o báculos se efectuará de modo que queden perfectamente aplomados en todas las direcciones, no siendo admisible emplear cuñas o calzos para conseguir el montaje a plomo definitivo.

Los postes o báculos se empotrarán en un macizo de hormigón o se fijarán al mismo, si son metálicos, por medio de pernos de anclaje y placa de fijación unida al fuste. En la tabla siguiente se dan las longitudes mínimas de empotramiento y los valores mínimos de diámetro y longitud de los pernos de anclaje, suponiendo que se disponen cuatro de éstos, en función de la altura del punto de luz.

Altura del punto de luz (m)	Longitud del empotramiento (m)	Pernos de anclaje	
		Longitud (mm)	Diámetro (mm)
≤6 en vial	0,80	300	20
≤6 en z.verde	1,20	1.000	20
8 en vial	1,00	500	25

La distancia mínima de la cara superior de la placa de fijación al pavimento terminado será de 5 cm.

En el caso que se dispongan cartelas de refuerzo en la unión del fuste con la caja de aplicación, deberán quedar bajo el pavimento terminado una vez instalado el poste o báculo.

#### **2.2.4. OTROS SOPORTES Y HERRAJES.**

En general estos elementos estarán constituidos en materiales resistentes a la corrosión o debidamente protegidos contra ella, por medios tales como el galvanizado en caliente, cadmiado u otro procedimiento de eficacia igual o superior.

Cuando se emplee el galvanizado en caliente como medio de protección, éste deberá cumplir las prescripciones del RD 2531/85, por el que se declara de obligado cumplimiento las



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 278 de 334

especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos diversos contruidos o fabricados con acero u otros materiales férreos, y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

#### **2.2.4.1. Instalación de brazos.**

Cuando se empleen postes con brazos, éste se sujetará por medio de bridas, debiendo ser la fijación lo suficientemente rígida para impedir movimientos de cabeceo o rotaciones alrededor del poste provocados por el viento.

Los brazos murales se fijarán rígidamente a las paredes por medio de una placa, solidaria del brazo, y pernos de anclaje.

En la tabla se dan las longitudes y diámetros de los pernos para distintas separaciones de los mismos, según la longitud del brazo, suponiendo que en su extremo se va a instalar una luminaria, construida con aluminio, pata lámparas incandescentes, de luz mixta o de vapor de mercurio y que el brazo está constituido a base de tubos de acero.

Longitud del brazo (mm)	Pernos de anclaje		
	Separación vertical (mm)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
500	135	150	11
750	135	150	11
1000	135	150	11
1250	135	150	11
1500	220	200	16
1500	270	200	16
1500	340	170	13
2000	220	200	16
2000	270	200	16
2000	340	170	13
500	65	100	10
750	135	150	11
1000	135	150	11
1250	135	150	11
1500	185	170	13
2000	220	200	16

El empotramiento de los pernos será ejecutado con el mayor cuidado, buscando el máximo de solidez y el mínimo de deterioro en los muros. Los orificios de empotramiento serán tan reducidos como sea posible.

#### **2.2.5. LUMINARIAS.**

Procederán de casas de reconocida solvencia en el mercado. Se rechazará cualquier luminaria que presente abolladuras u otro tipo de defecto de fabricación o transporte, debiendo tener un aspecto liso y la superficie sin ninguna señal. Los dispositivos de suspensión irán galvanizados y serán capaces de resistir como mínimo cinco veces el peso del aparato.

Las que estén destinadas a instalarse a una altura igual a seis metros, deberán estar construidas con materiales y formas capaces de resistir actos vandálicos, asimismo, sus fijaciones serán capaces de soportar esfuerzos de 50 Kg en cualquier dirección sin desprenderse o realizar deslizamientos apreciables.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 279 de 334

Las luminarias que se instalen con soportes al suelo deberán incorporar los equipos auxiliares de encendido.

Antes de ser aceptado cualquier tipo de luminaria, el Contratista presentará al Técnico Director de la Obra el catálogo del fabricante en el que deben figurar dimensiones, peso y características, y escrito en el que se especifiquen la calidad del aluminio utilizado en su fabricación, curva de intensidades luminosas en un plano (curva fotométrica) de la luminaria obtenida en un laboratorio oficial, curva Isolux en el suelo basado en la curva fotométrica oficial de las zonas estudiadas, así como una muestra de los diferentes tipos a emplear.

Una vez designado el tipo de luminaria, se hará un demuestre enviando a un laboratorio oficial una cantidad de ellas no superior al 5% para comprobar la curva fotométrica, así como el espesor de aluminio de la linterna, la continuidad de la capa, la resistencia a la corrosión, el fijado de la película anódica y el galvanizado del soporte, valores todos ellos que habrán de ser normales para este tipo de reflectores.

#### **2.2.5.1. Montaje de las luminarias sobre los brazos.**

Las luminarias se instalarán con la inclinación prevista y de modo que su plano transversal de simetría sea perpendicular al de la calzada.

Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado (brida, tornillo de presión, rosca, rótula, etc.), una vez finalizado el montaje, la luminaria quedará rígidamente sujeta al brazo, de modo que no pueda girar u oscilar con respecto al mismo.

#### **2.2.6. LÁMPARAS.**

Las lámparas a utilizar cumplirán lo señalado en el Pliego de Condiciones Constructivas del Ministerio de Industria, así como los artículos 49, 50 y 54 del Reglamento de Verificaciones Eléctricas.

Serán de marca conocida y registrada como de primera categoría y su consumo en vatios no excederá de  $\pm 10\%$  del nominal, manteniendo la tensión de  $\pm 5\%$  también nominal.

Sobre el flujo, también dado por el fabricante, se admitirá una tolerancia del 5% utilizando reactancias comerciales.

El tiempo de encendido y reencendido no será superior a 5 minutos. El porcentaje de decrecimiento del flujo luminoso respecto al nominal después del 70% de vida, es decir, la depreciación, será como máximo del 15%.

En laboratorio oficial se hará un ensayo sobre el número de lámparas que determine el Técnico encargado, de flujo luminoso total, rendimiento, envejecimiento y depreciación de la lámpara.

#### **2.2.7. PORTALÁMPARAS.**

Los portalámparas no deberán tener ninguna parte metálica exterior en comunicación eléctrica con los conductores.

Los elementos aislantes serán necesariamente de porcelana y provistos de sólidos y amplios contactos que eviten calentamientos anormales. Su resistencia mecánica será la suficiente para soportar un peso igual a cinco veces el de la lámpara.

#### **2.2.8. EQUIPOS AUXILIARES DE ENCENDIDO. REACTANCIAS Y CONDENSADORES.**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 280 de 334

Sólo se admitirán los equipos auxiliares de encendido procedentes de fábricas conocidas y de gran solvencia en el mercado. Todos llevarán grabadas de forma indeleble el nombre o marca del fabricante, la tensión nominal en voltios, la intensidad nominal y frecuencias, el factor de potencia y la potencia y tipo de lámpara para la que ha sido fabricada.

Los calentamientos de las reactancias en sus diversas partes no serán superiores a los siguientes:

- Arrollamiento: 70° C.
- Exterior: 60° C.
- Bornas de conexión: 40° C.

Se desestimarán equipos que procedan de fabricante de poca solvencia y aquellas con una pérdida de potencia máxima admisible en el equipo reactancia-condensador del 15% de la potencia nominal de la lámpara.

Si el equipo posee un factor de potencia inferior a 0,95 se corregirá este valor mínimo con la adición de condensadores.

Se probará su aislamiento a 2000 V, frecuencia 50 Hz y sobretensiones de hasta 2,15 veces el nominal durante un minuto.

Durante su funcionamiento en condiciones normales no producirá vibraciones ni ruidos audibles, ni causará interferencias radiofónicas.

Los equipos destinados a lámparas de vapor de sodio y en general los que precisen de equipos de arranque deberán estar contruidos de forma que no resulten destruidos por un fallo prolongado de la lámpara, o al menos, dotados de elementos de sacrificio de poco coste.

Los accesorios de las lámparas, tales como reactancias y condensadores, se instalarán en el interior de las luminarias.

Cuando los equipos estén concebidos para dos niveles de iluminación (reductores de flujo) con empleo de hilo de mando, su funcionamiento en nivel de máxima iluminación se conseguirá cuando el hilo de mando se disponga en tensión.

El factor de potencia expresado anteriormente se mantendrá tanto con el equipo funcionando a máxima potencia como cuando lo haga a potencia reducida.

## **2.2.9. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.**

Todos los materiales cumplirán las condiciones y ensayos exigidos en la Instrucción para Proyecto y ejecución de las obras de hormigón en masa y armado del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Los hormigones que se empleen responderán a la composición y resistencia característica que se exprese en cada unidad de obra; en todo caso, y salvo que se defina expresamente lo contrario, el árido que se emplee en su fabricación tendrá un tamaño máximo de 20 mm.

## **2.3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO. MEDIDAS ELÉCTRICAS.**

Para comprobar que la instalación de alumbrado satisface las exigencias luminotécnicas y eléctricas indispensables, se efectuarán antes de su recepción una serie de ensayos de los materiales utilizados y mediciones que permitan asegurar que cumple con los mínimos cualitativos y cuantitativos fijados.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 281 de 334

El resultado de estos ensayos y mediciones se indicará en las actas de pruebas de la instalación que deben adjuntarse a las actas de recepción de la obra.

Se señalan a continuación las comprobaciones que deben efectuarse como mínimo. El técnico encargado de la obra puede realizar a su criterio todas aquellas que estime conveniente para asegurarse que tanto la instalación como los materiales empleados se ajustan al Pliego de Condiciones del Proyecto y a los reglamentos eléctricos vigentes.

### **2.3.1. CONTROL PREVIO DE LOS MATERIALES.**

Adjudicada la obra definitivamente, el contratista presentará al técnico encargado catálogos de los distintos materiales, indicando sus dimensiones y características principales, y le facilitará los datos y muestra que éste solicite. No podrá instalarse ningún tipo de materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Técnico encargado.

Este control previo no implica una recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por el Técnico encargado aún después de instalados, si no cumplen el Pliego de Condiciones del Proyecto.

La contrata deberá reemplazar los materiales rechazados por otros que cumplan las condiciones exigidas.

Después del control previo, y de acuerdo con sus resultados, el contratista notificará por escrito al Técnico encargado los nombres de los fabricantes y designación comercial de los materiales que se van a utilizar, y le enviará muestras, por lo menos, de cada uno de los tipos de cable y luminarias que prevé instalar.

### **2.3.2. COMPROBACIÓN DE LOS MATERIALES.**

El Técnico encargado deberá asegurarse de que los materiales instalados son de los tipos y fabricantes aceptados en el control previo y se corresponden con las muestras que obren en su poder, si las hubiere.

Las comprobaciones que no se realicen en presencia y bajo la dirección del Técnico encargado, deberán encomendarse a un laboratorio oficial, siendo por cuenta de la Contrata los gastos ocasionados.

Se tomará una muestra del material considerado, y si los resultados no cumplieren las condiciones exigidas, se tomará el 5% del total de la unidades que se prevé instalar, rechazándose la partida si no se ajustasen todas las unidades ensayadas a las condiciones exigidas.

#### **2.3.2.1. Lámparas.**

Cuando se quiera comprobar las características de las lámparas, deberán realizarse como mínimo los ensayos y medidas que se indican a continuación:

- Medida del consumo de la lámpara.
- Medida del flujo luminoso inicial.
- Ensayo de duración para determinar la vida media.
- Ensayo de depreciación, midiendo el flujo luminoso emitido al final de la vida útil indicada por el fabricante.

Para realizar los ensayos y medidas se tomarán, como mínimo, 10 lámparas, considerando como resultado de los mismos el promedio de los distintos valores obtenidos.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 282 de 334

### **2.3.2.2. Reactancias.**

Con objeto de que no sea necesario ensayar las características eléctricas de funcionamiento de las reactancias, el contratista entregará al Técnico encargado un escrito, firmado por el fabricante de las lámparas, indicando que las reactancias del tipo y marca que se van a utilizar permiten un óptimo funcionamiento de la lámparas. Para las reactancias de ejecución estanca se efectúa el ensayo de estanqueidad. A juicio del Técnico encargado, podrán exigirse los siguientes ensayos y medidas:

- Ensayo de aislamiento por prueba de tensión y mediante la medida de la resistencia de aislamiento.
- Ensayo de calentamiento.
- Medida de la corriente suministrada por la reactancia.
- Medida de la corriente de cortocircuito.
- Ensayos de protección contra influencias magnéticas.

### **2.3.2.3. Condensadores.**

Puede evitarse la comprobación de la capacidad nominal de los condensadores si el contratista entrega al Técnico encargado un escrito firmado por el fabricante de las reactancias, indicando que los condensadores del tipo y marca que se van a emplear permiten corregir el factor de potencia del conjunto de lámpara y reactancia por encima del valor mínimo fijado en el Proyecto.

Para los condensadores de ejecución estanca se efectuará el ensayo de estanqueidad. Según criterio del Técnico encargado, podrán exigirse los ensayos y medidas que se indican a continuación:

- Ensayo de aislamiento mediante prueba de tensión y medida de la resistencia de aislamiento.
- Medida de la tensión absorbida por el condensador.
- Medida de la capacidad del condensador.
- Ensayo de sobretensión.
- Ensayo de duración.

### **2.3.2.4. Luminarias.**

Entre los datos facilitados por el contratista al Técnico encargado, al hacer éste el control previo de las luminarias, se incluirán las características fotométricas obtenidas en un laboratorio oficial, y la pureza del aluminio utilizado en la fabricación de los reflectores, si son de éste material.

Deberá comprobarse el espesor de la chapa que forma el reflector y se hará un examen del estado de su superficie. En el caso normal de que el reflector sea de aluminio anodizado, podrán exigirse los siguientes ensayos:

- Ensayo del espesor de la chapa de alumina.
- Ensayo de la continuidad de la chapa.
- Ensayo de la resistencia a la corrosión.
- Ensayo del fijado de las películas anódicas.

Serán rechazadas las luminarias que den lugar a factores de uniformidad inferiores a los previstos en el Proyecto.

Si el nivel medio obtenido al hacer la medida de la iluminación fuese inferior al que figure en el Proyecto, se deberá rechazar las luminarias o bien las lámparas o sus reactancias,

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 283 de 334

según que la causa sea achacable a una mala distribución de la luz por las luminarias o bien a que las lámparas utilizadas emiten un flujo luminoso inferior al previsto en el Proyecto.

#### **2.3.2.5. Soportes.**

Se comprobará el acabado del soporte, la altura de los postes o báculos y la longitud de los brazos, y además, para los soportes de acero, el espesor de las chapas utilizadas, el diámetro de los tubos que constituyan los brazos y el peso del soporte.

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayos de resistencia mecánica.
- Ensayo de resistencia a la corrosión para soportes de acero.

#### **2.3.2.6. Cables.**

Se realizarán como mínimo los ensayos y medidas que a continuación se indican:

- Medida de la resistencia óhmica de los conductores.
- Ensayo de tensión.
- Medida de la resistencia de aislamiento.
- Ensayo de envejecimiento, para cables aislados con goma o material plástico.

#### **2.3.2.7. Aparatos de protección e interruptores.**

Las comprobaciones se efectuarán según lo establecido en los artículos 9, 11 y 14 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Deberán realizarse las siguientes mediciones y comprobaciones:

- a) Comprobación de las caídas de tensión desde el centro de mando a los extremos de los diversos ramales.  
Con todos los puntos de luz conectados y en régimen de máxima potencia, se medirá la tensión en la acometida del centro de mando y en los extremos de los diversos ramales; la caída de tensión en cada ramal no será superior al 3% de la existente en el centro de mando, si en ésta se alcanza su valor nominal.
- b) Medida del aislamiento de la instalación.  
El ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra y entre conductores activos aislados. La medida del aislamiento puede efectuarse con el óhmetro (Megger) o mediante prueba de tensión.  
El ensayo se debe realizar de acuerdo a lo establecido en el artículo 28 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- c) Comprobación de las protecciones contra sobrecarga y cortocircuitos.  
Se debe comprobar que la intensidad nominal de los diversos cortacircuitos fusibles o disyuntores automáticos es igual o inferior al valor de la intensidad máxima de servicio admisible en el conductor protegido.
- d) Comprobación de las conexiones.  
Se debe comprobar que las conexiones de los conductores entre sí y con los aparatos o dispositivos estén realizadas de forma que los contactos sean seguros, de duración y no se calienten anormalmente.
- e) Comprobación del equilibrio entre fases.  
Se comprobará que la conexión de los diversos puntos de luz se ha efectuado de forma que se logre el máximo equilibrio posible entre fases, en el entro de mando y ramales. Para ello se medirán las intensidades de cada una de las fases con todos los puntos de luz conectados.
- f) Medida del factor de potencia.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 284 de 334

Cuando se empleen lámparas de descarga, excepto si son de luz de mezcla, se medirá en la acometida del centro de mando el factor de potencia de la instalación con todos los puntos de luz conectados.

- g) Identificación de fases y, en su caso, neutro.

Se debe comprobar que en el cuadro de mando y en todos aquellos puntos en los que se realicen conexiones, los conductores de las diversas fases y el neutro, si lo hay, son fácilmente identificables.

- h) Medida de iluminaciones y determinación del coeficiente de uniformidad.

La comprobación del nivel medio se realizará pasados 30 días del funcionamiento de la instalación.

La medición se hará a ras del suelo, asegurándose que la tensión en la red es la nominal o lo más próxima posible.

Se emplearán luxómetros constituidos por una célula fotoeléctrica y un galvanómetro indicador, constituyendo dos elementos separados, conectados eléctricamente entre sí por medio de un cable flexible.

Los luxómetros utilizados deberán tener suficiente precisión para medir las iluminaciones que pueden producirse en la vía pública, comprendidas casi siempre entre 0,3 y 70 lux.

El indicador tendrá por lo menos dos escalas que alcancen, como mínimo, hasta 20 y 100 lux, respectivamente, representando el intervalo entre dos divisiones consecutivas una iluminación no superior a 0,2 lux para la escala más sensible y a 2 lux para la otra escala. El luxómetro deberá ser contrastado, como máximo, año y medio antes de hacer las medidas.

Siendo normal en el alumbrado de vías públicas que cantidades apreciables de luz lleguen a la superficie de la calzada con ángulos de incidencia grandes, es recomendable emplear luxómetros del tipo “coseno corregido”, que evitan multiplicar las lecturas obtenidas por el factor de corrección de color.

La armadura soporte de la célula fotoeléctrica será autoniveladora o estará provista de un nivel de burbuja para poder comprobar la horizontalidad de la célula.

Para realizar las medidas de iluminación se tomará una zona de la calzada comprendida entre dos puntos de luz consecutivos de una misma banda, si están situados unilateralmente o pareados, y de bandas opuestas en el caso de estar dispuestos al tresbolillo.

Se procurará que la distancia entre los puntos de luz escogidos sea lo más próxima posible a la separación media.

Se dividirá la zona en cuadrados o rectángulos de 2 o 3 metros de lado, señalando y numerando los puntos de medida en el centro de cada cuadrícula.

La iluminación horizontal se realizará a ras de suelo, y en ningún caso a altura superior a 0,20 m, colocando la célula fotoeléctrica en posición perfectamente horizontal.

Se tomarán las precauciones necesarias para que no se interfiera la luz procedente de las diversas luminarias y para impedir que llegue a la zona de medidas la luz emitida por fuentes luminosas ajenas a la instalación, tales como anuncios luminosos o escaparates iluminados.

Mientras duren las medidas de iluminaciones se medirá la tensión existente en el centro de mando, que deberá mantenerse dentro de los límites de variación admitidos para la tensión nominal.

Cuando las lámparas instaladas sean de vapor de mercurio o sodio, no se efectuarán las medidas hasta después de haber transcurrido las cien primeras horas de utilización.

Se buscará el valor mínimo de la iluminación  $E_{\min}$ , destacando su situación sobre el plano. La media aritmética de todos los valores dará la iluminación media horizontal,  $E_{\text{med}}$ .

- i) Comprobación del ángulo de emisión del flujo luminoso.

Con objeto de comprobar el ángulo máximo de emisión del flujo luminoso de las luminarias, se conectará una de ellas a la red, observándose con el luxómetro

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 285 de 334

trasladado a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada y que pasa por la proyección de la luminaria sobre la calzada y la altura del punto de luz.

Tras funcionar normalmente la instalación durante un año, contado desde la recepción provisional, se realizarán como mínimo antes de la recepción definitiva de la obra, las comprobaciones que a continuación se indican, redactando posteriormente el acta de recepción definitiva y su correspondiente acta de pruebas.

### 1º) Materiales.

Se comprobará que:

- Para las luminarias, las piezas conductoras de los portalámparas no se han deteriorado, los elementos de vidrio o plástico (pantallas, refractores, cierres, etc) están exentos de grietas y roturas, los herrajes no han sufrido oxidación o corrosión y la luminaria se mantiene rígidamente sujeta al soporte.
- Los soportes no presentarán trazas de oxidación o corrosión, se mantienen sólidamente sujetos, y los postes o báculos conservan su montaje a plomo.
- Los contactos de los aparatos destinados a abrir y cerrar circuitos (interruptores de mando manual, contactores, interruptores horarios, etc) no se han “quemado” o experimentado desgaste anormal.
- Los interruptores horarios y las células fotoeléctricas efectúan el encendido y apagado de la instalación de acuerdo con el reglaje previamente establecido.

### 2º) Instalación.

Se comprobará:

- El aislamiento de la instalación.
- Las caídas de tensión.
- La iluminación media.

Las medidas se realizarán tal y como se ha descrito anteriormente. Para hacer la medida de iluminaciones se escogerán las mismas zonas que cuando se hizo la recepción provisional, pudiendo el contratista proceder a la limpieza de las luminarias y a la reposición de las lámparas.

Se procurará que, dentro de lo posible, sean similares las horas a las cuales se efectúan las medidas de iluminaciones y caídas de tensión para hacer las recepciones provisional y definitiva.

Los resultados correspondientes a esta última, se considerarán satisfactorios si están de acuerdo con los criterios que se indican a continuación.

El aislamiento de la instalación deberá satisfacer los mínimos fijados, descritos anteriormente. Sean:

- $E_{med}$ , la iluminación media en una determinada zona de estudio.
- $e$ , la caída de tensión, en voltios, en el extremo de un cierto ramal.
- $V$  y  $V'$ , las tensiones existentes en la acometida del centro de mando al hacer, respectivamente, la medida de iluminaciones y caídas de tensión.
- $\Phi$ , el flujo emitido por una lámpara alimentada a la tensión  $V$ .
- $I$ , la intensidad absorbida por una lámpara alimentada a la tensión  $V'$ .

Los subíndices 1 y 2 se distinguen los valores correspondientes a la recepción provisional y definitiva, debiendo cumplirse que los valores de  $I$  y  $\Phi$  se deducirán de las curvas



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 286 de 334

facilitadas por el fabricante, o en su defecto, de las indicadas en el capítulo 2, referentes a la influencia de la tensión en las características de las lámparas.

El factor de uniformidad obtenido al hacer la recepción definitiva no podrá ser inferior al correspondiente a la recepción provisional en más de un 10 % de éste.

## **2.4. OBRA CIVIL.**

En general, las excavaciones para zanjas, arquetas y cimentaciones se iniciarán solamente cuando pueda realizarse el tendido de tubos y fundición de arquetas y cimentaciones de forma que estas excavaciones permanezcan abiertas el mínimo tiempo posible; en todo caso, mientras no se cierren, se adoptarán las medidas pertinentes en orden a dejarlas bien señalizadas de día y de noche, permitir el paso de vehículos y personas en los lugares precisos y minimizar las molestias que puedan causarse.

### **2.4.1. ZANJAS.**

Véase apartado 2.5.

### **2.4.2. ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.**

No está permitido la rotura de pavimentos usando mazas u otros elementos contundentes; la parte del pavimento que deba removerse se separará del resto mediante tajadera de la forma más limpia posible. En caso que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posible reutilización, se retirarán con la debida precaución para no ser dañados.

En la reposición de los pavimentos afectados se procurará que el nuevo pavimento quede lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas que no presenten defecto, y a ser posible, nuevas.

Cuando el pavimento original esté constituido por losas de piedra, bordillos de granito u otros materiales nobles, deberán reponerse con los mismos materiales existentes, y si no fuera posible por haberse deteriorado en la retirada, serán sustituidos por otros del mismo material, con calidad y aspecto iguales a los deteriorados.

### **2.4.3. COLOCACIÓN DE LOS TUBOS.**

Salvo indicación especial de la dirección de la obra se instalarán tubos de PVC rígido, con la superficie interior lisa y diámetros nominales comprendidos entre 60 y 90 mm. El número de tubos por zanja será como mínimo, igual al de conductores pertenecientes a distintos circuitos; en los cruces de calzada, quedará como mínimo un tubo libre.

Los tubos descansarán sobre una capa de arena de espesor no inferior a 10 cm. Las canalizaciones se realizarán, siempre que sea factible, lo más cercano posible a la línea de implantación de las farolas. La profundidad de la generatriz superior del tubo será de 40 cm en aceras y 60 cm en los cruces de calzada. En el caso de canalizaciones bajo las calzadas, éstas se realizarán siempre perpendiculares al eje de la calzada y en éstas no se podrán realizar canalizaciones paralelas al eje. Se montarán con una pendiente no inferior al 3 por 1000.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos de forma que queden lo más rectos posible, sobre todo en las juntas, procurando que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable, pudiéndose tender con alambres-guía en su interior, pero no con los conductores, los cuales se instalarán con posterioridad y transcurrido un tiempo prudencial, una vez que se realicen los asientos del terreno.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 287 de 334

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas. Al hormigonar los tubos se pondrá especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable llenar las juntas con un producto asfáltico.

Los tubos se instalarán de manera que no queden encima, o debajo de canalizaciones para otros servicios; excepción, claro está en los puntos de cruce con distintas canalizaciones, debiéndose cuidar las distancias mínimas que prevea el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Las canalizaciones para alumbrado público se realizarán siempre por terrenos de propiedad pública, o destinados a ella una vez finalizadas las obras de urbanización.

#### **2.4.4. ARQUETAS.**

Se instalarán arquetas de registro en los siguientes casos:

- a) En cada punto de luz.
- b) En cada punto donde se instale un electrodo de tierra.
- c) En cada cambio de dirección.
- d) En ambos extremos de los cruces de calzada.
- e) En los pasos aéreo-subterráneos y viceversa.
- f) Cada 30 metros de canalización.

Cuando en algún punto se dé la circunstancia de precisarse arqueta por más de uno de los criterios indicados, será suficiente la instalación de una sola.

Las arquetas podrán colocarse prefabricadas o fabricadas en obra; en cualquier caso, el fondo de la arqueta quedará con el terreno original al descubierto para permitir la absorción de las aguas. Las tapas de las arquetas, una vez colocadas, deberán resistir sin roturas ni deformaciones permanentes una carga de 500 Kg, aplicada en una superficie de 10 x 10cm; debiendo estar debidamente fijadas a la arqueta para evitar el hurto.

En los cruces de calzada y cambios de dirección, las arquetas tendrán unas dimensiones interiores mínimas de 40x40 cm.

#### **2.4.5. CIMENTACIONES.**

Serán de hormigón en masa de 250 Kg e irán dotadas de pernos cadmiados, con arandela, tuerca y contratuerca. Las dimensiones de los pernos, así como la distancia entre ellos y resto de dimensiones, son las indicadas en los planos adjuntos al presente proyecto.

Para la realización de las cimentaciones se tendrá en cuenta que, salvo indicación en contra, la placa de asiento deberá quedar unos 2 cm por encima del nivel del pavimento definitivo con el fin de evitar la acumulación de agua y humedades; la superficie superior de la cimentación deberá quedar con la máxima horizontalidad posible para conseguir un adecuado aplomo en las columnas, quedando expresa y terminantemente prohibido conseguir este aplomo mediante tuercas situadas bajo las placas de apoyo. La superficie superior de las cimentaciones ordinarias deberá nivelarse cuidadosamente con el fin de obtener la verticalidad de las columnas. Cuando sea preciso realizar correcciones en la verticalidad de las columnas se realizarán mediante el empleo de chapas de acero inoxidable situadas entre el basamento y la placa de anclaje, no permitiéndose el empleo de suplementos de más de 2 cm de altura y sin que el Contratista pueda pedir sobreprecios por el empleo de estas chapas o por la necesidad de desechar el basamento defectuoso.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 288 de 334

En el caso de columnas de gran porte, con existencia de gran número de espárragos, o cuando así los determine la Dirección Técnica de la obra, se podrá realizar el aplomado mediante tuercas bajo la placa de anclaje; en estos casos los pernos deberán sobresalir de la cimentación una longitud menor de 5 veces su diámetro.

#### **2.4.6. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC CON CANALIZACIONES O CALZADAS.**

En los cruces, los cables se dispondrán siempre bajo tubos, que se rodearán de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 10 cm.

##### **2.4.6.1. Cruzamientos.**

###### **Con calles y carreteras.**

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la **ITC-BT-21 del RBT**, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

###### **Con otros cables de energía eléctrica.**

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

###### **Con cables de telecomunicación.**

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

Estas restricciones no se deben aplicar a cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

###### **Con canalizaciones de agua y gas.**

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

###### **Con conducciones de alcantarillado.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 289 de 334

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

#### **2.4.6.2. Proximidades y paralelismos.**

##### **Con otros cables de energía eléctrica.**

Los cables de media tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

##### **Con cables de telecomunicación.**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de tele-comunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

##### **Con canalizaciones de agua.**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

##### **Con canalizaciones de gas.**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### **2.5. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 290 de 334

No se abrirán zanjas ni excavaciones de ningún tipo hasta que tenga dispuestos todos los materiales y elementos a colocar en ella, de forma que estén el mínimo tiempo posible abiertas, y en ningún caso con antelación superior a ocho días si los terrenos son arcillosos o margosos de fácil meteorización.

El fondo de las mismas se nivelará cuidadosamente, retirando del mismo los elementos que pudieran deteriorar los conductos, se tenderá una capa de hormigón de limpieza y se colocarán los tubos embebidos en capa de hormigón en masa, en espesor que queda determinado por la situación de la zanja en la zona peatonal o de rodadura.

En el relleno de las zanjas podrán emplearse los productos de las excavaciones a los que previamente se les retirarán las rocas y elementos que por su forma o tamaño pudieran dañar a los conductos. Los rellenos de las zanjas se apisonarán convenientemente antes de proceder a la reposición de los pavimentos.

Será de cuenta del Contratista colocar todos los discos y señales de obras permanentes o no, de acuerdo con lo que en todo momento señale la Dirección y los vigentes reglamentos, siendo responsable de los accidentes que, con este motivo, puedan ocasionarse.

Cuando la excavación impide el paso de a calles de una sola entrada, o la entrada o salida de vehículos en inmuebles con pasaderas autorizadas, el Contratista deberá reducir al mínimo imprescindible los periodos en que esto ocurra; en cuanto sea posible, deberá colocar medios que permitan el paso, aunque sea de forma provisional. Estos medios deberán tomarse obligatoriamente antes de abandonar los trabajos al finalizar la jornada laboral.

Los pavimentos y demás elementos constructivos que resulten deteriorados quedarán repuestos a satisfacción de los propietarios.

### **3. NORMAS GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

#### **3.1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.**

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de la instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Para la redacción del presente Proyecto se han tenido en cuenta las Normativas y Reglamentaciones que a continuación se enumeran, debiendo ajustarse a ellas, tanto durante el montaje y la instalación de la actividad, como el posterior funcionamiento:

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normativa particular de la Empresa Suministradora de Energía eléctrica, IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE N°224).
- RD 2642/1985 y posteriores, por los que se declaran de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los Candelabros Metálicos.
- RD 2531/1985, por el que se declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos contruidos o fabricados en acero u otros materiales féreos.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 291 de 334

- Normas Tecnológicas de la Edificación: “Instalaciones de Electricidad, Alumbrado Exterior”.
- RD 1946/1979 de Presidencia del Gobierno, por el que se adoptan medidas en orden a la reducción del consumo en Alumbrado Público e Iluminaciones Comerciales y Suntuarias.
- Reglamento de Acometidas Eléctricas. Ministerio de Industria y Energía. RD 2949/1982 de 15 de Octubre, BOE N°312 de 29 de Diciembre de 1982.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización del Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER – Red Exterior (BOE 19 de junio de 1984).
- Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).
- RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- NTE – IEP – 73. Instalaciones de Electricidad. Puesta a tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA y normativa particular de Iberdrola Distribución Levante-Sur.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.

### **3.2. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

#### **3.2.1. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en los apartados F y G del párrafo 1.4 de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán prendas de trabajo sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc, que se utilicen no serán de material conductor.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 292 de 334

Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección individual, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese de la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc) en la forma legalmente establecida.

### **3.2.2. SEGURIDAD PÚBLICA.**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales o cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc, que en uno u otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### **3.3. LIBRO DE ÓRDENES.**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las modificaciones e incidencias surgidas durante la vida útil del centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

### **3.4. LIBRO DE MANTENIMIENTO.**

El titular de la instalación eléctrica deberá disponer de un libro de mantenimiento en el que se anotarán todas las actuaciones realizadas relativas al mantenimiento de la instalación de alumbrado público.

El libro de mantenimiento deberá ser firmado por el responsable cualificado de dicho mantenimiento, quedando en propiedad del titular de la instalación, para su presentación y control a requerimiento de los Servicios Técnicos de la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

### **3.5. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.**

#### **3.5.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.**

Se medirán por unidades terminadas y medidas sobre el terreno tal y como se encuentra al realizarlas, y se abonarán a los precios especificados en el cuadro de precios, que resume el coste de las operaciones y materiales necesarios para dejar terminadas estas obras. No se abonarán los excesos de obra realizados por el contratista que no figuren detallados en planos o hayan sido autorizados por la Dirección Técnica.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 293 de 334

Los precios de excavación se entiende en cualquier tipo de terreno, pudiendo el contratista hacer uso de la maquinaria auxiliar que estime oportuna, pero en ningún caso se aceptará sobreprecio por su empleo, por dificultad o dureza del terreno o por roturas en servicios existentes.

### **3.5.2. MATERIAL ELÉCTRICO.**

El abono de estos materiales se hará por unidades colocadas y tras recuento minucioso de todas y cada una de las piezas instaladas, comprendiendo en sus precios todas las operaciones necesarias para su montura y anclaje de acuerdo con el cuadro de precios.

### **3.5.3. MAQUINARIA.**

Asimismo, el abono de estas partidas se realizará por unidades colocadas y en orden de funcionamiento; como excepción, se podrán certificar partidas que no estén en orden de funcionamiento cuando se encuentren físicamente en su ubicación definitiva a falta de conexionado o de suministro de fluidos refrigerantes o de proceso, siempre que se demuestre la conveniencia de no completar el equipamiento o la imposibilidad de realizarlo; en este caso, la certificación se realizará a título de acopio, en una fracción del total que será apreciada por el Director de las Obras.

### **3.5.4. PARTIDAS ALZADAS.**

El abono de estas partidas alzadas será justificado por el Técnico encargado de las sobras discrecionalmente, según coste de materiales u otros medios empleados.

### **3.5.5. MEDIOS AUXILIARES.**

Serán de cuenta del contratista todos los medios auxiliares que sea preciso emplear en las obras, de manera que ser realicen en la forma especificada, y será responsable de cuantas incidencias se produzcan por faltas en su debido empleo.

### **3.6. CONDICIONES FACULTATIVAS.**

Las funciones del Director de Obra son las de revisión del trabajo realizado, programación de los trabajos, reconocimiento de los materiales utilizados y autorizaciones referentes al Proyecto.

En caso que los materiales no fueran los especificados, los que se utilicen deberán cumplir los requisitos mínimos de funcionamiento y tolerancia que se requiere, siendo obligatorio que sean normalizados y estén en conocimiento y aprobación del Director.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que ha servido de base a la contratación y a las modificaciones que hayan sido aprobadas.

En caso de dudas u omisiones, así como la reforma del Presupuesto, se formará un comité entre Proyectista, Director de la Obra y, si se cree oportuno, también el contratista, para decidir la solución más adecuada y económica.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 294 de 334

## **PRESUPUESTO**

### **1. PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.**

#### **CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL**

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para una (1) línea de la red de alumbrado público con tubo de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro interior a 40 cm de la cota de la superficie y embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
1.965	12,30	24.169,50

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para dos (2) líneas de la red de alumbrado público con tubo de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro interior a 40 cm de la cota de la superficie y embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
345	14,71	5.074,95

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para tres (3) líneas de red de alumbrado público con tubo de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro a 40 cm de la cota de la superficie y embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
5	22,10	110,50

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para cuatro (4) líneas de red de alumbrado público con tubo de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro a 40 cm de la cota de la superficie y embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 25 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
20	24,58	491,60

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno en cruce de calzada para una (1) línea de red de alumbrado público formada por 2 tubos de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro a 60 cm de la cota de la superficie y embebidos en hormigón en masa de 175 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 295 de 334

	Medición	Precio €	Importe €
	70	17,14	1.199,80
MI.	Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno en cruce de calzada para dos (2) líneas de red de Alumbrado Público formada por 3 tubos de PVC semirrígido de 75 mm de diámetro a 60 cm de la cota de la superficie y embebidos en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> y 20 cm de altura, incluida excavación, relleno de material, hormigón, transporte a vertedero y cinta de "atención al cable", totalmente terminada, s/plano de detalle.		
	Medición	Precio €	Importe €
	10	19,95	199,50
Ud.	Cimentación en vial para columna de alumbrado público de 10 metros de altura, en cualquier tipo de terreno, hormigón en masa de 250 Kg/cm <sup>2</sup> , de 0,80x0,80x1,00 metros, con cuatro pernos de anclaje cadmiados de 25 mm de diámetro (M24) y 950 milímetros de longitud incluido el gancho, incluso transporte a vertedero, totalmente acabado.		
	Medición	Precio €	Importe €
	36	103,20	819,10
Ud.	Cimentación en vial para báculo de alumbrado público de 10 metros de altura y 1,5 metros de radio de curvatura, en cualquier tipo de terreno, hormigón en masa de 250 Kg/cm <sup>2</sup> , de 1,00x1,00x1,20 metros, con cuatro pernos de anclaje cadmiados de 25 mm de diámetro (M24) y 1.150 milímetros de longitud incluido el gancho, incluso transporte a vertedero, totalmente acabado.		
	Medición	Precio €	Importe €
	12	161,65	1.939,80
Ud.	Cimentación en vial para farola hasta 6 metros, en cualquier tipo de terreno, hormigón en masa de 250 Kg/cm <sup>2</sup> , de 0,50x0,50x0,80 metros, con cuatro pernos de anclaje cadmiados de 20 mm de diámetro (M20) y 600 milímetros de longitud incluido el gancho, incluso transporte a vertedero, totalmente acabado.		
	Medición	Precio €	Importe €
	2	53,77	107,54
Ud.	Cimentación en zona verde para farola hasta 6 metros, en cualquier tipo de terreno, hormigón en masa de 250 Kg/cm <sup>2</sup> , de 0,80x0,80x1,00 metros, con cuatro pernos de anclaje cadmiados de 20 mm de diámetro (M20) y 800 milímetros de longitud incluido el gancho, incluso transporte a vertedero, totalmente acabado.		
	Medición	Precio €	Importe €
	18	98,17	1.767,06
Ud.	Arqueta de registro de hormigón prefabricado o de fábrica de ladrillo de 0,40x0,40 m de dimensiones interiores sin fondo, solera de gravilla, tapa de fundición dúctil con anagrama de ALUMBRADO.		



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 296 de 334

	Medición	Precio €	Importe €
	122	47,05	5.740,10
MI.	Demolición de acera existente para instalación de canalizaciones y reposición de la misma, incluso relleno de zanjas con zahorra artificial, solera de hormigón e instalación de pavimento similar al existente tomado con mortero de cemento, totalmente terminado.		

	Medición	Precio €	Importe €
	250	31,21	7.802,50
MI.	Demolición y reposición de aglomerado asfáltico para instalación de canalizaciones en calzada con unas dimensiones medias de 0,65 x 0,60 m y 10 cm de espesor, incluso corte de asfalto con medios mecánicos, hormigón de protección, riego de imprimación (mezcla bituminosa tipo similar al existente) y curado con "Slurry" en frío, totalmente terminado.		

	Medición	Precio €	Importe €
	55	43,81	2.409,55
<b>Total importe obra civil:</b>			<b>54.727,60 €</b>

## CAPÍTULO 2: MATERIAL ELÉCTRICO

MI.	Red subterránea de alumbrado público compuesta por conductor tetrapolar formado por tres fases y neutro de 6 mm <sup>2</sup> de sección cada uno de ellos claramente identificados, conductor unipolar de 6 mm <sup>2</sup> de sección para la línea de mando del reductor de flujo, conductor unipolar de reserva de 6 mm <sup>2</sup> de sección, todos ellos libres de halógenos, no propagadores de llama y opacidad reducida, de tensión asignada 0,6/1 KV en PVC de cobre s/norma UNE 21123, colocado incluso conexionado a cuadros de alumbrado o farolas, terminado y en servicio.		
-----	--	--	--

	Medición	Precio €	Importe €
	3.589	7,25	26.020,25
Ud.	Columna troncocónica (conicidad 12,5‰) de 10 m de altura y 76 mm de diámetro en punta para luminaria, construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 y pintado para protección en ambientes marinos según ISO 12944 entorno C3 y durabilidad de 10 años, de 4 mm de espesor, homologada s/RD 2642/1985, portezuela de registro a 2,5 m de altura, cableado interior de conexión, caja de conexiones, totalmente instalada y en servicio, modelo AM-10/C o similar.		
	Medición	Precio €	Importe €
	36	398,66	14.351,76
Ud.	Báculo troncocónico (conicidad 12,5‰) de 10 m de altura, radio de curvatura de 1,5 metros y 60 mm de diámetro en punta para luminaria, construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según		

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 297 de 334

UNE EN ISO 1461 y pintado para protección en ambientes marinos según ISO 12944 entorno C3 y durabilidad de 10 años, de 4 mm de espesor, homologada s/RD 2642/1985, portezuela de registro a 2,5 m de altura, cableado interior de conexión, caja de conexiones, totalmente instalada y en servicio, modelo AM-10/B o similar.

Medición	Precio €	Importe €
12	523,51	6.282,12

- Ud. Columna troncocónica ornamental (conicidad 12,5‰) de 6 m de altura y 60 mm de diámetro en punta para luminaria, construida en chapa de acero al carbono S 235 JR según UNE EN 10025 galvanizado por inmersión en caliente según UNE EN ISO 1461 y pintado para protección en ambientes marinos según ISO 12944 entorno C3 y durabilidad de 10 años, de 3 mm de espesor, homologada s/RD 2642/1985, portezuela de registro a 2,5 m de altura enrasada, cableado interior de conexión, caja de conexiones, totalmente instalada y en servicio, modelo AM-10/C o similar.

Medición	Precio €	Importe €
20	343,36	6.867,20

- Ud. Luminaria hermética doble nivel en vial, grado de hermeticidad IP-66 y resistencia a los impactos IK-08, constituida por cuerpo y capó de fundición de aluminio inyectado y pintado en gris metalizado, compuesto por dos piezas articuladas entre ellas, con brazo autoblocante, formado por dos compartimentos, uno con el bloque óptico y otro con los auxiliares eléctricos; bloque óptico constituido por reflector de aluminio de alta pureza, abrillantado y anodizado, con cierre compuesto por vidrio liso curvo templado sellado con silicona a reflector de aluminio; placa de auxiliares eléctricos desmontable y pieza giratoria de fijación para instalación lateral o vertical, para lámparas de hasta 100 w de VSAP, tipo ONIX-2 de Socelec o similar, incluso colocada a columna y conexiones, totalmente acabada y en servicio.

Medición	Precio €	Importe €
44	533,07	23.455,08

- Ud. Luminaria hermética doble nivel en vial, grado de hermeticidad IP-66 y resistencia a los impactos IK-08, constituida por cuerpo y capó de fundición de aluminio inyectado y pintado en gris metalizado, compuesto por dos piezas articuladas entre ellas, con brazo autoblocante, formado por dos compartimentos, uno con el bloque óptico y otro con los auxiliares eléctricos; bloque óptico constituido por reflector de aluminio de alta pureza, abrillantado y anodizado, con cierre compuesto por vidrio liso curvo templado sellado con silicona a reflector de aluminio; placa de auxiliares eléctricos desmontable y pieza giratoria de fijación para instalación lateral o vertical, para lámparas de hasta 70 w de VSAP, tipo ONIX-2 de Socelec o similar, incluso colocada a columna y conexiones, totalmente acabada y en servicio.

Medición	Precio €	Importe €
4	492,19	1.968,76

- Ud. Luminaria hermética doble nivel en viales y espacios libres, grado de hermeticidad del bloque óptico IP-66 Sealsafe y resistencia a los impactos IK-10, para fijación vertical, estructura del cuerpo constituido por corona y fijación de fundición de aluminio inyectado, embutido y pintado y capó semiesférico de aluminio embutido pintado; bloque óptico constituido por un reflector de aluminio de alta pureza, abrillantado y

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 298 de 334

anodizado, con un cierre compuesto por protector de policarbonato termoformado estructurado, con placa de auxiliares eléctricos desmontable, para lámparas de hasta 70 w de halogenuros metálicos de color corregido, tipo ARAMIS de Socelec o similar, incluso colocada a columna y conexiones, totalmente acabada y en servicio.

Medición	Precio €	Importe €
20	490,73	9.814,60

- Ud. Centro de mando para alumbrado público tipo Ayuntamiento, envolvente metálica construida en acero inoxidable, para cinco (5) salidas, incluso equipo de medida trifásico de energía activa doble tarifa, maxímetro y reactiva, con transformadores de intensidad, totalmente instalado y en servicio.

Medición	Precio €	Importe €
1	4.860,25	4.860,25

- Ud. Equipo de Medida trifásico de energía activa doble tarifa, maxímetro y reactiva, con transformadores de intensidad, colocado y en servicio.

Medición	Precio €	Importe €
1	201,56	201,56

**Total importe material eléctrico: 93.821,58 €**

### CAPÍTULO 3: PUESTA A TIERRA

- Ud. Puesta a tierra de las masas constituida por pica de acero de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, incluso cable de cobre aislado para una tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento verde-amarillo de 16 mm<sup>2</sup> de sección, según norma UNE 21123, incluso instalación, pequeño material accesorio, despuntes y pérdidas y mano de obra, colocada.

Medición	Precio €	Importe €
30	39,07	1.172,10

- MI. Conductor para conexión de las puestas a tierra, formado por conductor de cobre aislado para una tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento verde-amarillo de 16 mm<sup>2</sup> de sección, incluso instalación, pequeño material accesorio y mano de obra, colocada.

Medición	Precio €	Importe €
2.415	3,38	8.162,70

**Total importe puesta a tierra: 9.334,80 €**

### CAPÍTULO 4: VARIOS

- PA Material auxiliar, incluso candados, mano de obra en marcado de conductores, terminales y numeración de armarios, etiquetas, placas de peligro de muerte y su

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 299 de 334

colocación.

	Medición	Precio €	Importe €
	1	89,90	89,90
PA	Medición y comprobación de fugas de corriente y puesta a tierra de líneas subterráneas de baja tensión.		

	Medición	Precio €	Importe €
	1	350,00	350,00

PA Certificado OCA, según normativa de D.G. Industria.

	Medición	Precio €	Importe €
	1	500,00	500,00

**Total importe varios: 939,90 €**

## 2. TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.

PRESUPUESTO TOTAL	
CONCEPTO	IMPORTE PARCIAL (€)
1. OBRA CIVIL	54.727,60
2. MATERIAL ELÉCTRICO	93.821,58
3. PUESTA A TIERRA	9.334,80
4. VARIOS	939,90
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>158.823,88</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la referida cantidad de CIENTO CINCUENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS VEINTITRES EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS (158.823,88 €).

## 3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	158.823,88 €
Gastos Generales y Administrativos (6%):	9.529,43 €
Beneficio Industrial (14%):	22.235,34 €
TOTAL PRESUPUESTO	190.588,65 €
I.V.A. (21%):	40.023,62 €



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 300 de 334

**TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR  
CONTRATA**

**230.612,27 €**

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución por Contrata a la referida cantidad de **DOSCIENTOS TREINTA MIL SEISCIENTOS DOCE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS (230.612,27 €)**.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

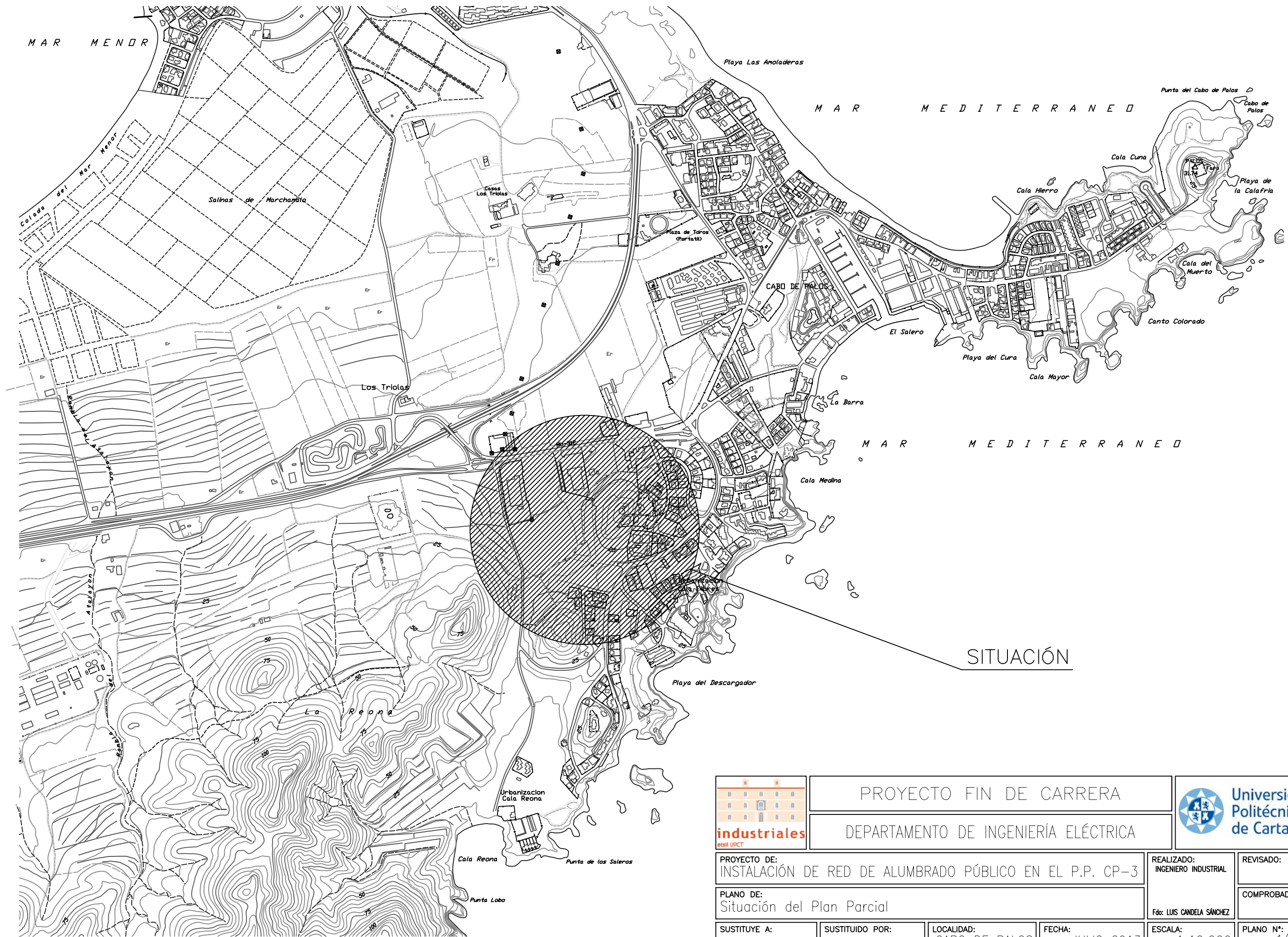
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 301 de 334

## **PLANOS**

### **LISTADO DE PLANOS.**

1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.
3. TENDIDO DE LA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.
4. DETALLE DE ZANJAS DE LA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.
5. DETALLE DE PUESTA A TIERRA.
6. ESQUEMA DE MANDO.
7. ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS DE ENCENDIDO DE LAS LÁMPARAS.
8. DETALLES DE COLUMNAS Y BASAMENTOS.
9. ARMARIO PARA CENTRO DE MANDO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN ACERO INOXIDABLE PARA 3, 4 O 5 CIRCUITOS.
10. DETALLE DE LUMINARIAS.
11. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.





SITUACIÓN



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL P.P. CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Situación del Plan Parcial

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS



FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:10.000

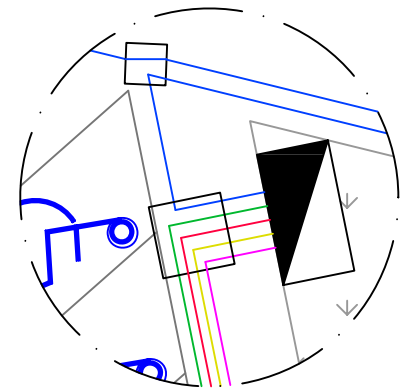
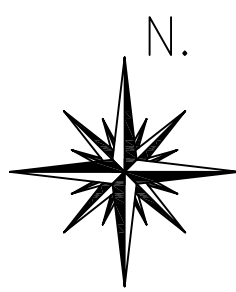
PLANO N°:  
1(R0)



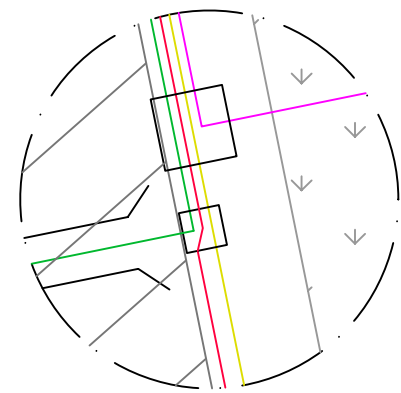


	PROYECTO FIN DE CARRERA			Universidad Politécnica de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL P.P. CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:	
PLANO DE: Emplazamiento del Plan Parcial CP-3				COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:2.500	PLANO N°: 2(R0)

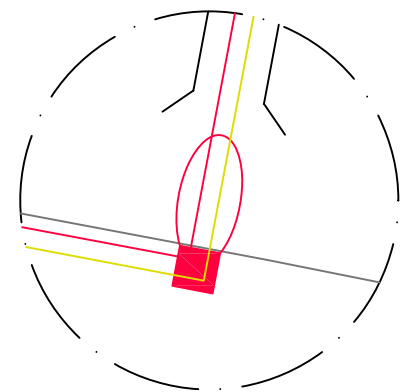




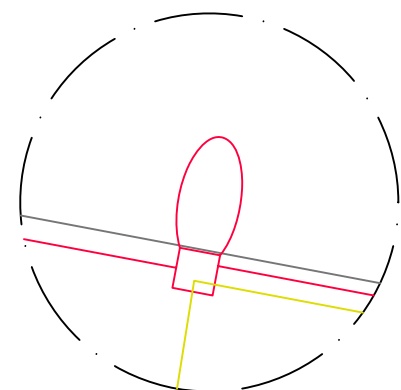
DETALLE A



DETALLE B



DETALLE C



DETALLE D

SUBESTACIÓN  
TRANSFORMADORA  
"LA MANGA"

EXISTENTE

AP

At1

PARCELA 2A.

At1

PARCELA 2B.

At1

PARCELA 2C.

At1

PARCELA 2D.

At1

PARCELA 2E.

At1

PARCELA 2F.

At1

PARCELA 2G.

At1

PARCELA 2H.

At1

PARCELA 2I.

At1

PARCELA 2J.

At1

PARCELA 2K.

At1

PARCELA 2L.

At1

PARCELA 2M.

At1

PARCELA 2N.

At1

PARCELA 2O.

At1

PARCELA 2P.

At1

PARCELA 2Q.

At1

PARCELA 2R.

At1

PARCELA 2S.

At1

PARCELA 2T.

At1

PARCELA 2U.

At1

PARCELA 2V.

At1

PARCELA 2W.

At1

PARCELA 2X.

At1

PARCELA 2Y.

At1

PARCELA 2Z.

At1

PARCELA 2AA.

At1

PARCELA 2AB.

At1

PARCELA 2AC.

At1

PARCELA 2AD.

At1

PARCELA 2AE.

At1

PARCELA 2AF.

At1

PARCELA 2AG.

At1

PARCELA 2AH.

At1

PARCELA 2AI.

At1

PARCELA 2AJ.

At1

PARCELA 2AK.

At1

PARCELA 2AL.

At1

PARCELA 2AM.

At1

PARCELA 2AN.

At1

PARCELA 2AO.

At1

PARCELA 2AP.

At1

PARCELA 2AQ.

At1

PARCELA 2AR.

At1

PARCELA 2AS.

At1

PARCELA 2AT.

At1

PARCELA 2AU.

At1

PARCELA 2AV.

At1

PARCELA 2AW.

At1

PARCELA 2AX.

At1

PARCELA 2AY.

At1

PARCELA 2AZ.

At1

PARCELA 2BA.

At1

PARCELA 2BB.

At1

PARCELA 2BC.

At1

PARCELA 2BD.

At1

PARCELA 2BE.

At1

PARCELA 2BF.

At1

PARCELA 2BG.

At1

PARCELA 2BH.

At1

PARCELA 2BI.

At1

PARCELA 2BJ.

At1

PARCELA 2BK.

At1

PARCELA 2BL.

At1

PARCELA 2BM.

At1

PARCELA 2BN.

At1

PARCELA 2BO.

At1

PARCELA 2BP.

At1

PARCELA 2BQ.

At1

PARCELA 2BR.

At1

PARCELA 2BS.

At1

PARCELA 2BT.

At1

PARCELA 2BU.

At1

PARCELA 2BV.

At1

PARCELA 2BW.

At1

PARCELA 2BX.

At1

PARCELA 2BY.

At1

PARCELA 2BZ.

At1

PARCELA 2CA.

At1

PARCELA 2CB.

At1

PARCELA 2CC.

At1

PARCELA 2CD.

At1

PARCELA 2CE.

At1

PARCELA 2CF.

At1

PARCELA 2CG.

At1

PARCELA 2CH.

At1

PARCELA 2CI.

At1

PARCELA 2CJ.

At1

PARCELA 2CK.

At1

PARCELA 2CL.

At1

PARCELA 2CM.

At1

PARCELA 2CN.

At1

PARCELA 2CO.

At1

PARCELA 2CP.

At1

PARCELA 2CQ.

At1

PARCELA 2CR.

At1

PARCELA 2CS.

At1

PARCELA 2CT.

At1

PARCELA 2CU.

At1

PARCELA 2CV.

At1

PARCELA 2CW.

At1

PARCELA 2CX.

At1

PARCELA 2CY.

At1

PARCELA 2CZ.

At1

PARCELA 2DA.

At1

PARCELA 2DB.

At1

PARCELA 2DC.

At1

PARCELA 2DD.

At1

PARCELA 2DE.

At1

PARCELA 2DF.

At1

PARCELA 2DG.

At1

PARCELA 2DH.

At1

PARCELA 2DI.

At1

PARCELA 2DJ.

At1

PARCELA 2DK.

At1

PARCELA 2DL.

At1

PARCELA 2DM.

At1

PARCELA 2DN.

At1

PARCELA 2DO.

At1

PARCELA 2DP.

At1

PARCELA 2DQ.

At1

PARCELA 2DR.

At1

PARCELA 2DS.

At1

PARCELA 2DT.

At1

PARCELA 2DU.

At1

PARCELA 2DV.

At1

PARCELA 2DW.

At1

PARCELA 2DX.

At1

PARCELA 2DY.

At1

PARCELA 2DZ.

At1

PARCELA 2EA.

At1

PARCELA 2EB.

At1

PARCELA 2EC.

At1

PARCELA 2ED.

At1

PARCELA 2EE.

At1

PARCELA 2EF.

At1

PARCELA 2EG.

At1

PARCELA 2EH.

At1

PARCELA 2EI.

At1

PARCELA 2EJ.

At1

PARCELA 2EK.

At1

PARCELA 2EL.

At1

PARCELA 2EM.

At1

PARCELA 2EN.

At1

PARCELA 2EO.

At1

PARCELA 2EP.

At1

PARCELA 2EQ.

At1

PARCELA 2ER.

At1

PARCELA 2ES.

At1

PARCELA 2ET.

At1

PARCELA 2EU.

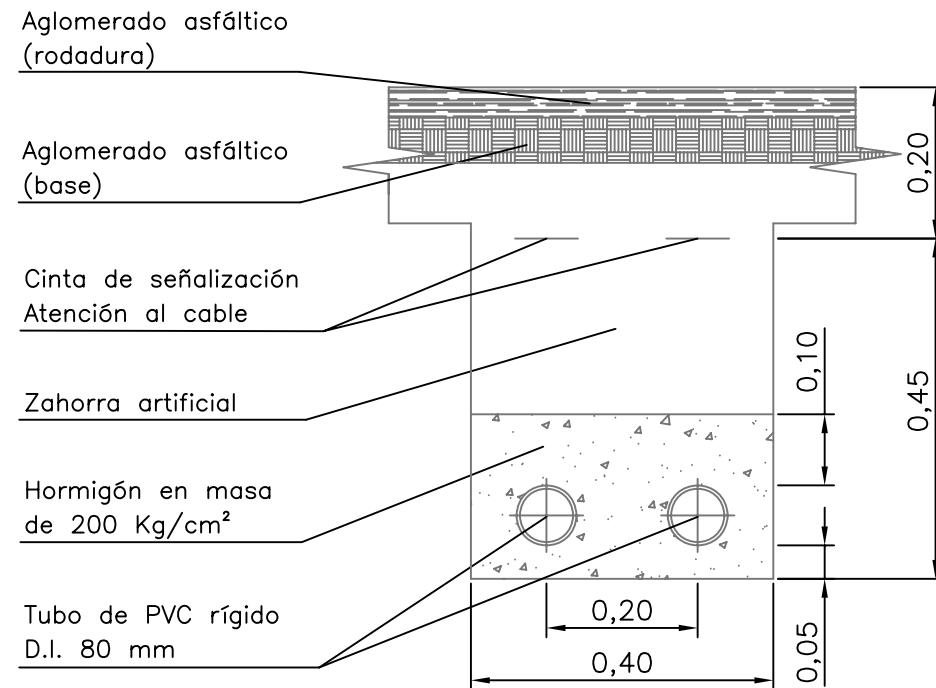
At1

PARCELA 2EV.

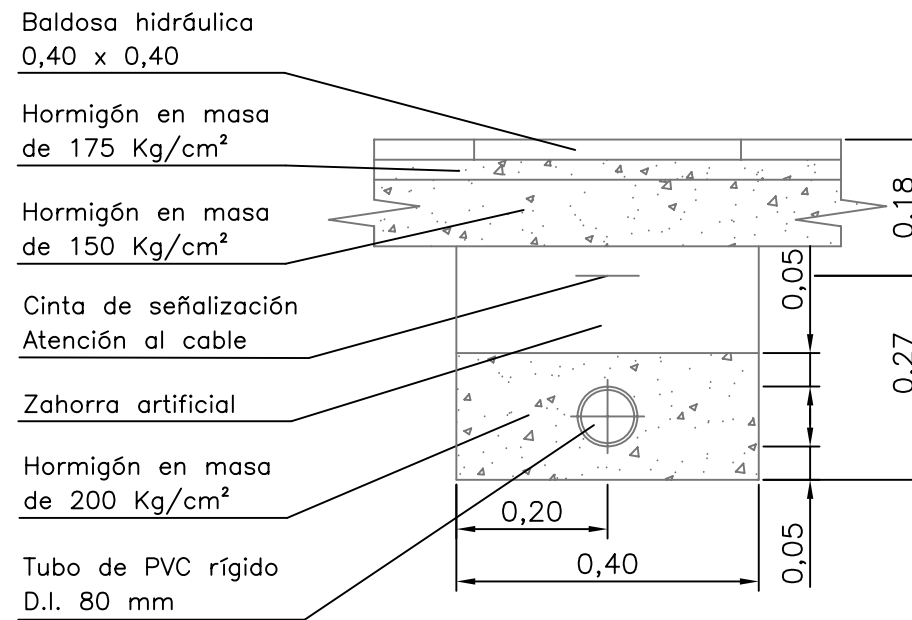
At1



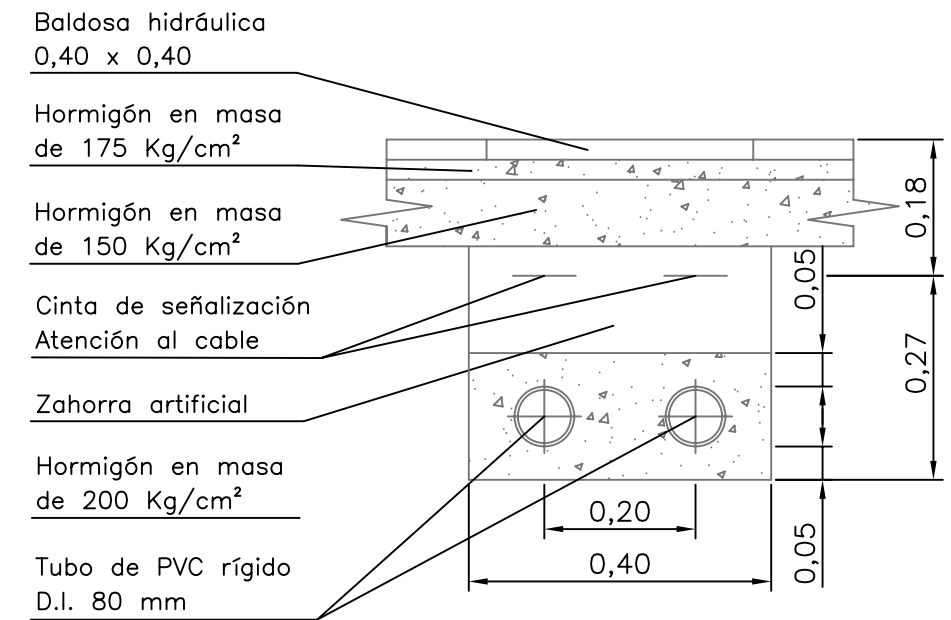
### ZANJA PARA ALUMBRADO PÚBLICO EN CRUCE DE CALZADA (1 CANALIZACIÓN)



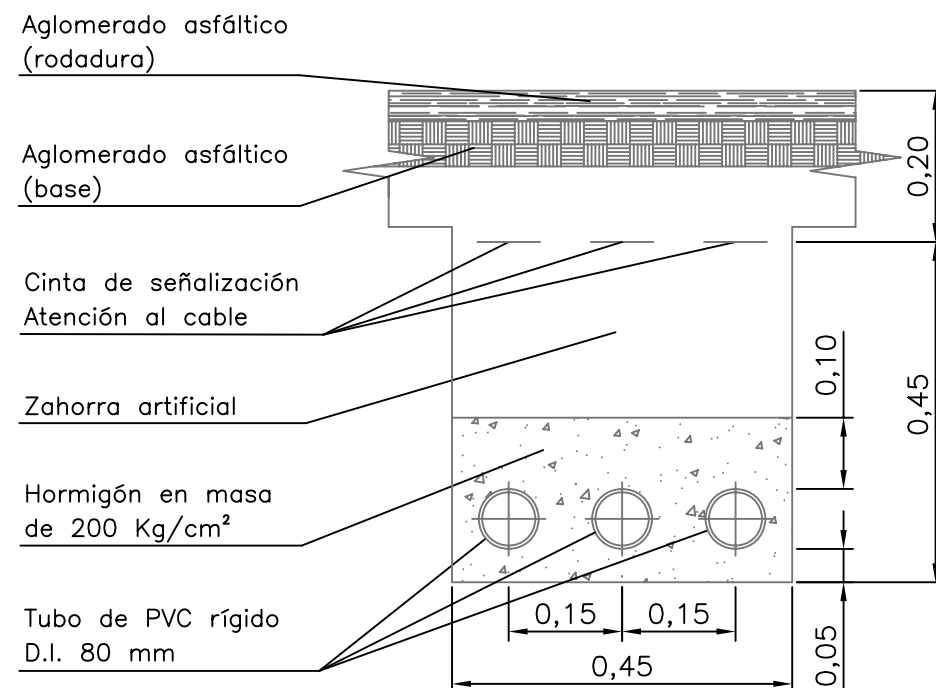
### ZANJA PARA ALUMBRADO PÚBLICO EN ACERA (1 CANALIZACIÓN)



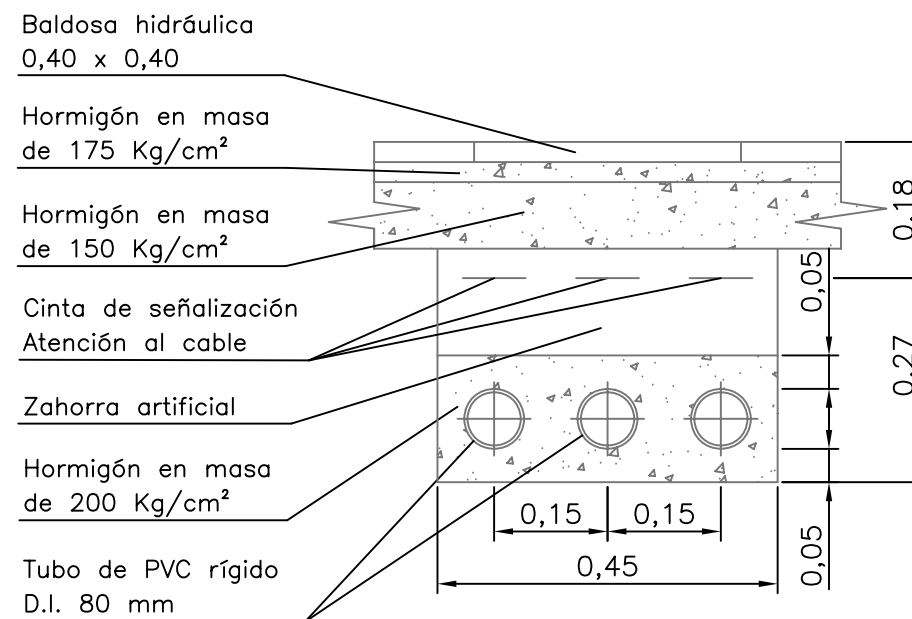
### ZANJA PARA ALUMBRADO PÚBLICO EN ACERA (2 CANALIZACIONES)



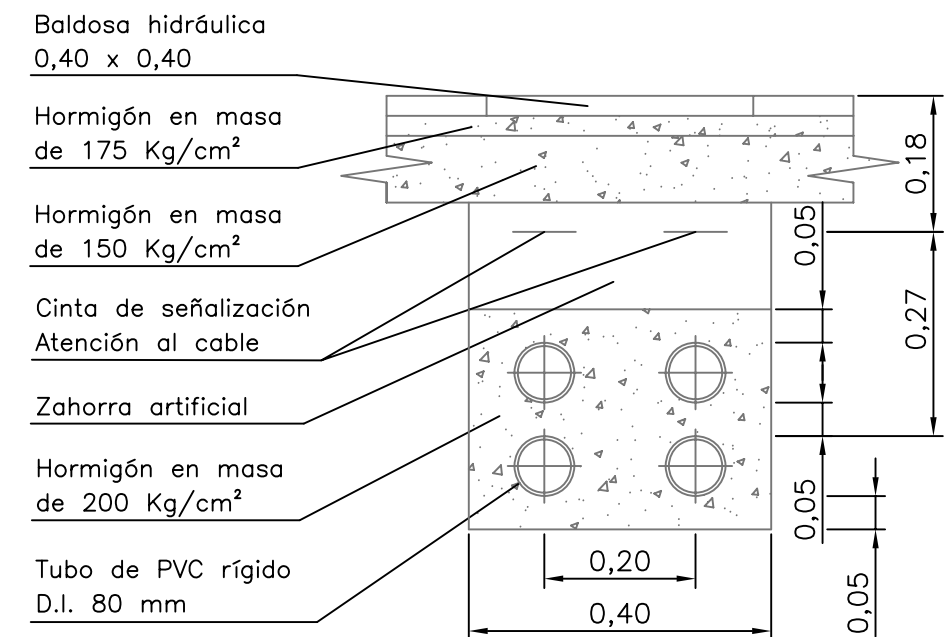
### ZANJA PARA ALUMBRADO PÚBLICO EN CRUCE DE CALZADA (2 CANALIZACIONES)





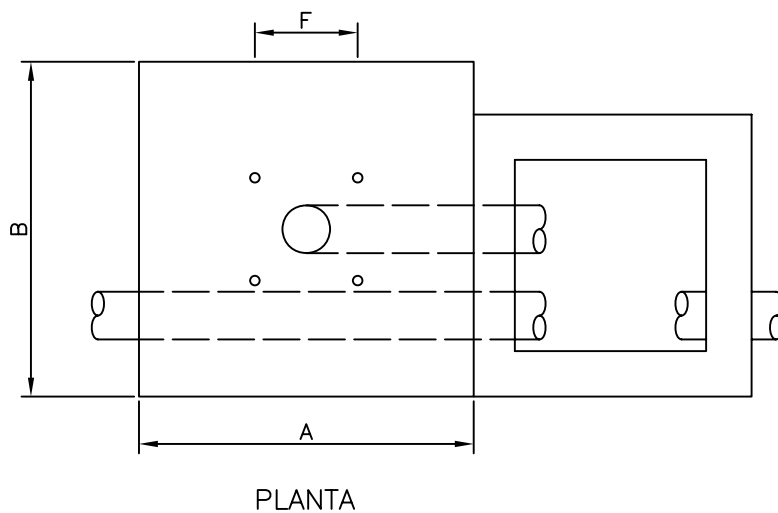
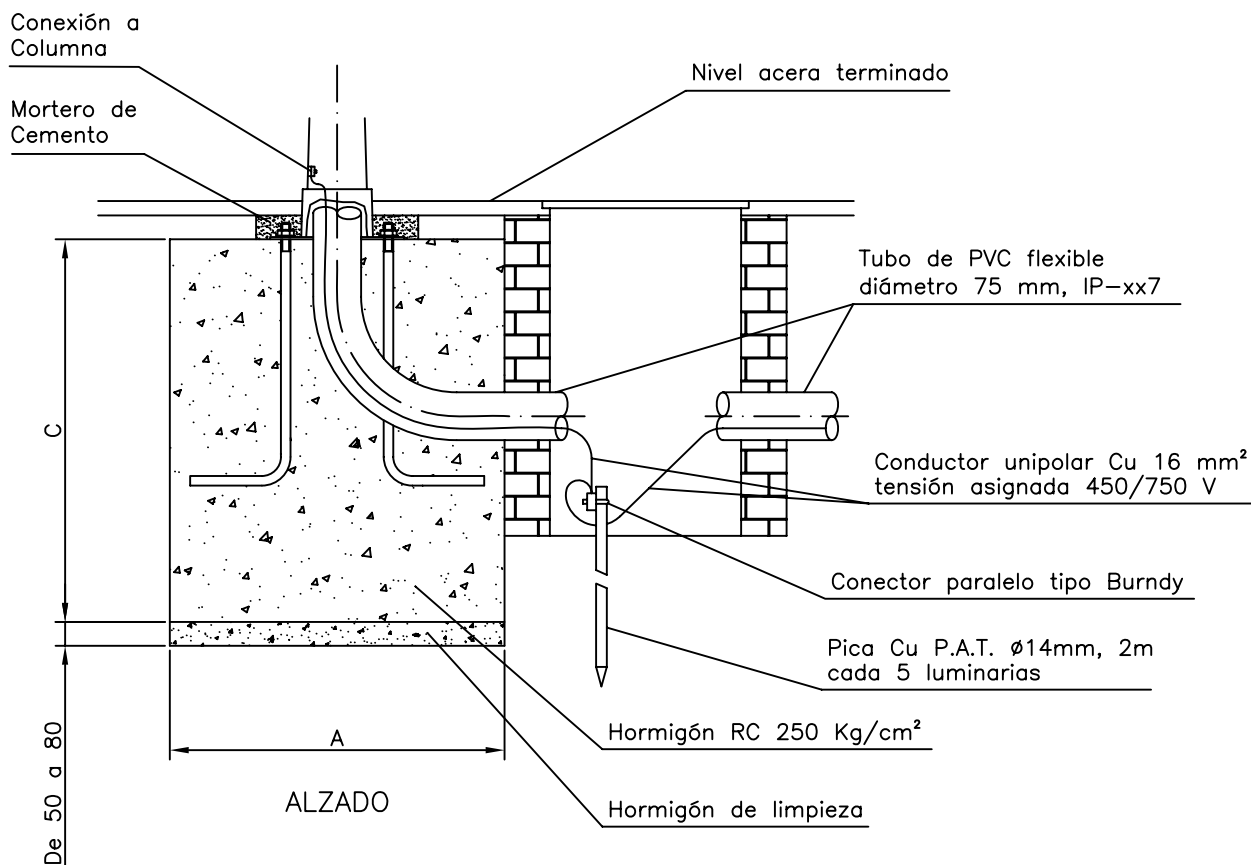
### ZANJA PARA ALUMBRADO PÚBLICO EN ACERA (3 CANALIZACIONES)



### ZANJA PARA ALUMBRADO PÚBLICO EN ACERA (4 CANALIZACIONES)



	PROYECTO FIN DE CARRERA		
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA		
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL P.P. CP-3		REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL	REVISADO:
PLANO DE: Detalle de zanjas de red de alumbrado público		Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	COMPROBADO:
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013
		ESCALA: S/E	PLANO N°: 4(R0)



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL P.P. CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de puesta a tierra

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

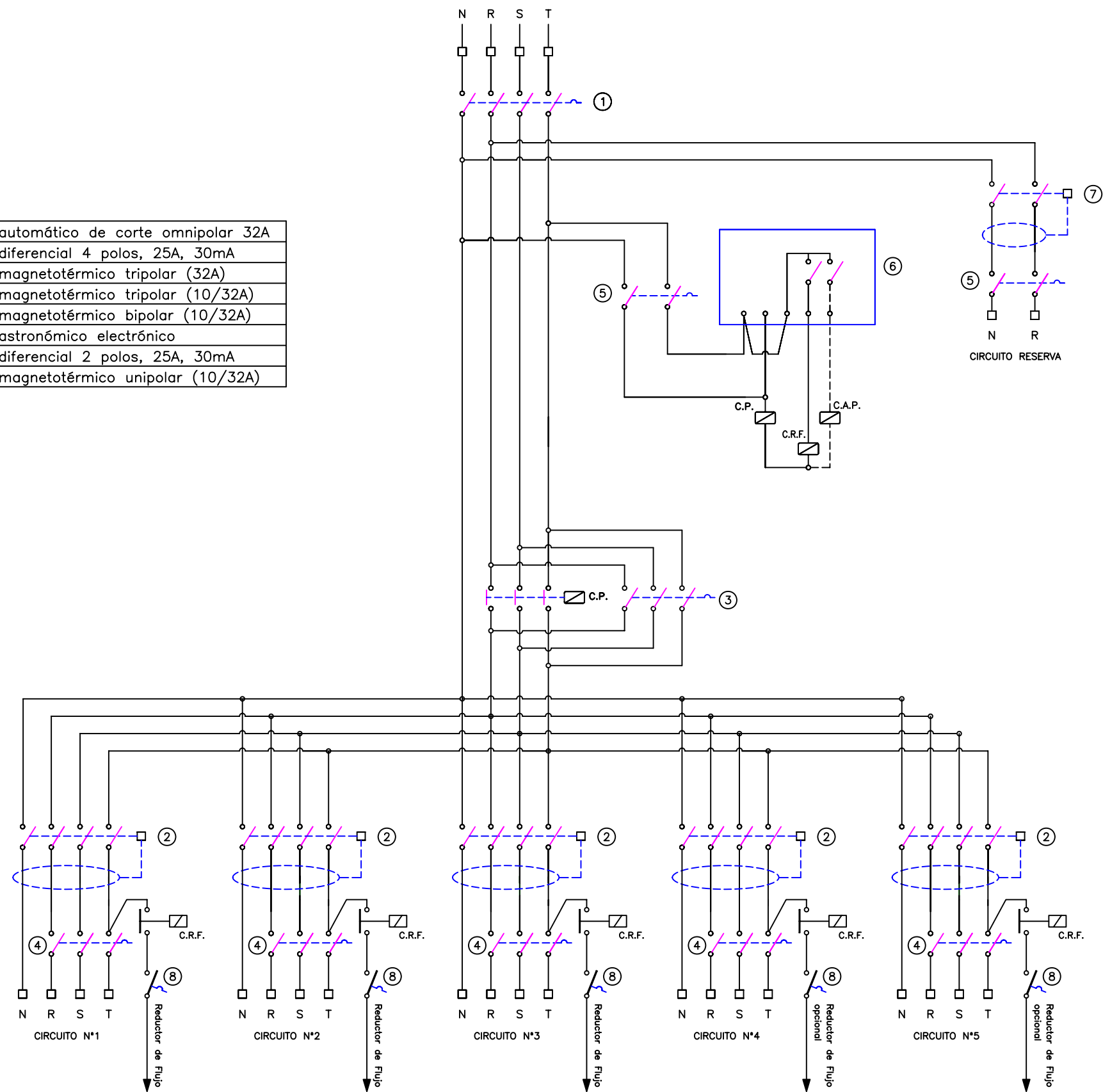
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
5(R0)

1	Interruptor automático de corte omnipolar 32A
2	Interruptor diferencial 4 polos, 25A, 30mA
3	Interruptor magnetotérmico tripolar (32A)
4	Interruptor magnetotérmico tripolar (10/32A)
5	Interruptor magnetotérmico bipolar (10/32A)
6	Interruptor astronómico electrónico
7	Interruptor diferencial 2 polos, 25A, 30mA
8	Interruptor magnetotérmico unipolar (10/32A)



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL P.P. CP-3

PLANO DE:  
Esquema de mando

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

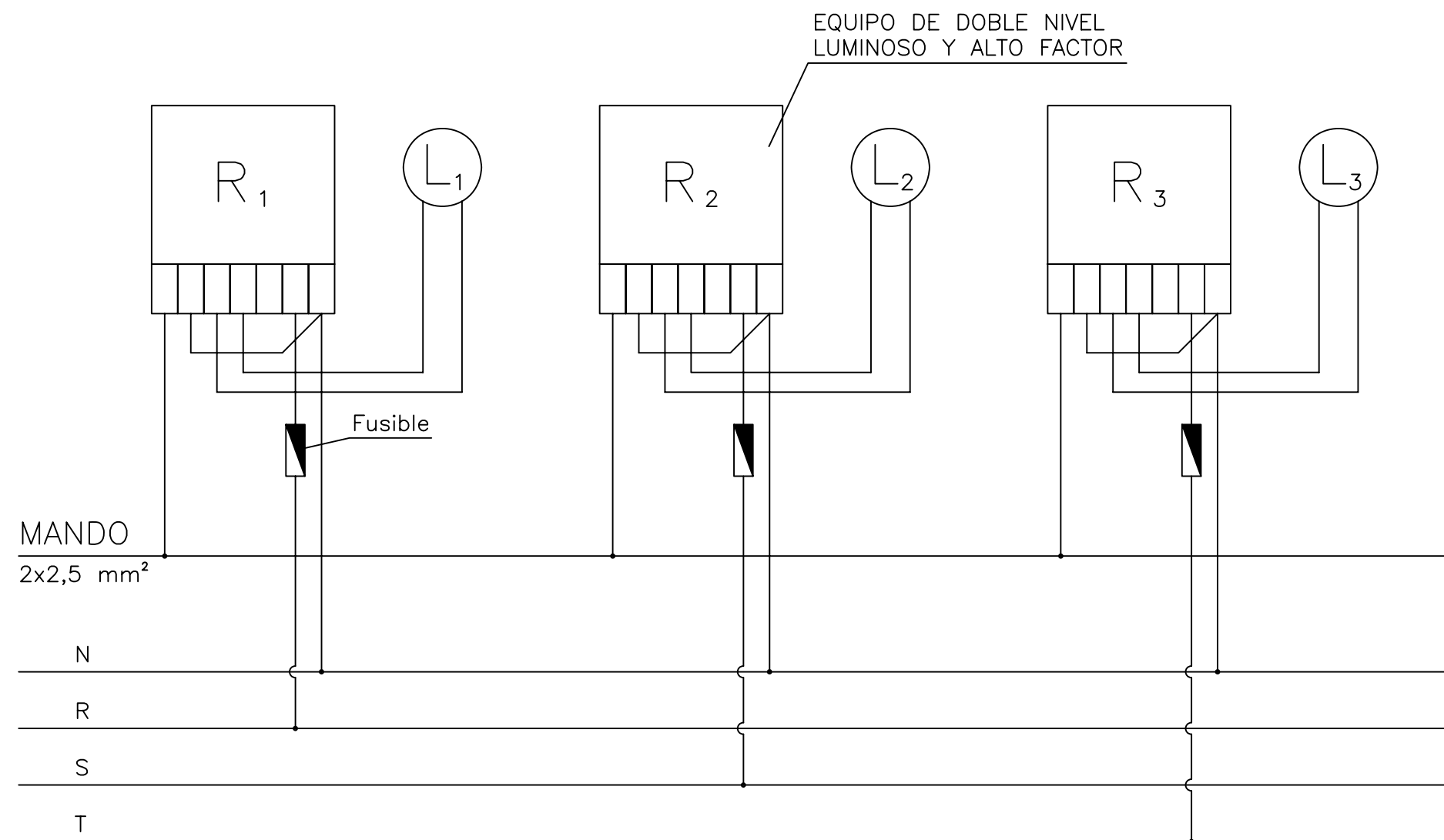
SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013



ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
6(R0)

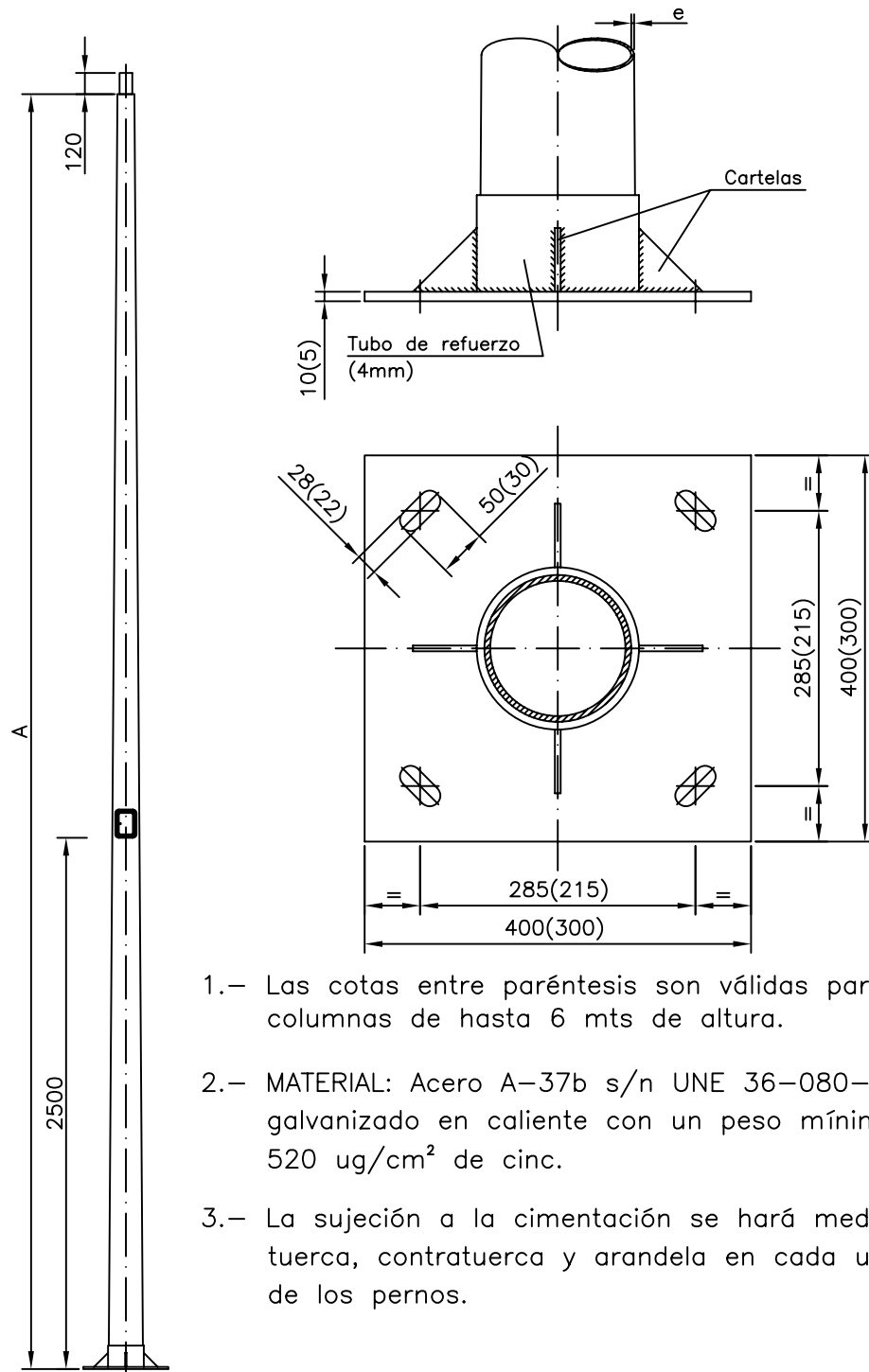


DISTRIBUCIÓN A 3 FASES DE 400 V Y NEUTRO

NOTA— La lámpara emite la máxima intensidad luminosa cuando existe tensión en el hilo de mando.

	PROYECTO FIN DE CARRERA			Universidad Politécnica de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL P.P. CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:	
PLANO DE: Esquema de conexión de los equipos de encendido de las lámparas				COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: S/E	PLANO N°: 7(R0)

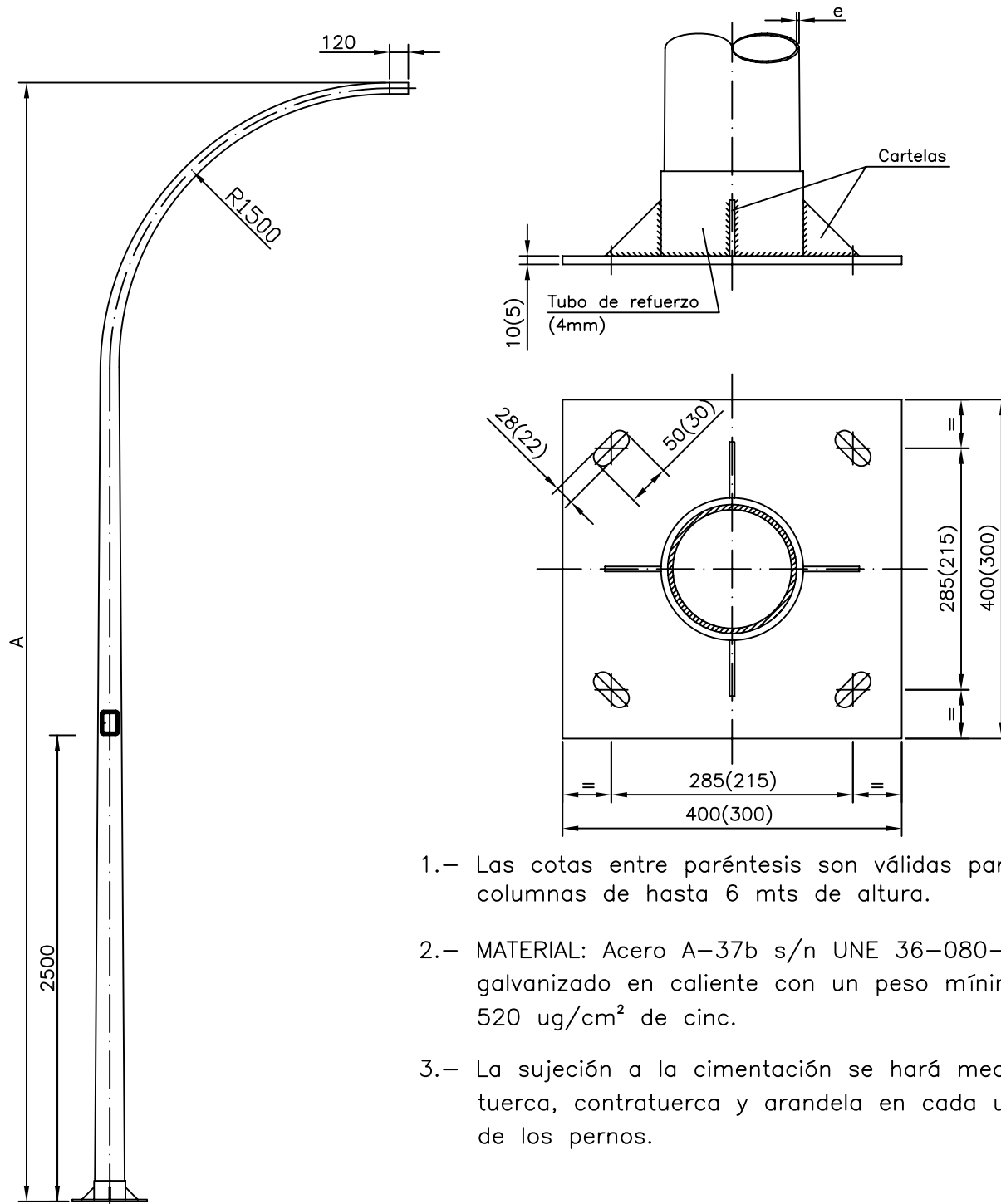
A-(en mts)	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14
e-(en mts)	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4



- Las cotas entre paréntesis son válidas para columnas de hasta 6 mts de altura.
- MATERIAL: Acero A-37b s/n UNE 36-080-73 galvanizado en caliente con un peso mínimo de 520 ug/cm<sup>2</sup> de cinc.
- La sujeción a la cimentación se hará mediante tuerca, contratuerca y arandela en cada uno de los pernos.

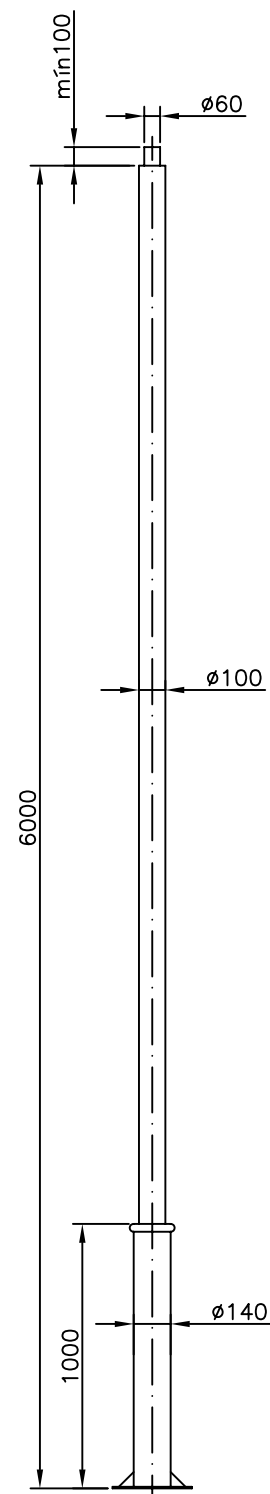
COLUMNA TRONCOCÓNICA

A-(en mts)	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14
e-(en mts)	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4



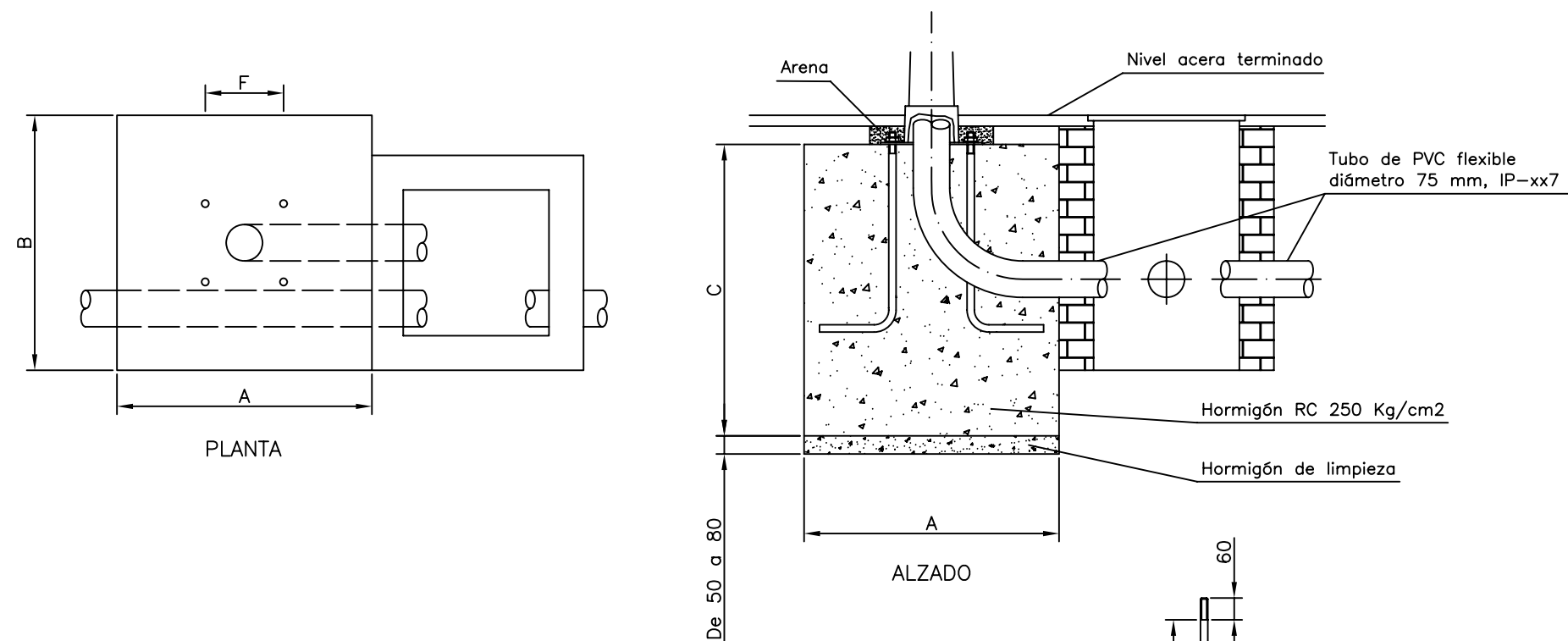
- Las cotas entre paréntesis son válidas para columnas de hasta 6 mts de altura.
- MATERIAL: Acero A-37b s/n UNE 36-080-73 galvanizado en caliente con un peso mínimo de 520 ug/cm<sup>2</sup> de cinc.
- La sujeción a la cimentación se hará mediante tuerca, contratuerca y arandela en cada uno de los pernos.

BÁCULO TRONCOCÓNICO



- MATERIAL: Acero A-37b s/n UNE 36-080-73 galvanizado en caliente con un peso mínimo de 520 ug/cm<sup>2</sup> de cinc.
- La sujeción a la cimentación se hará mediante tuerca, contratuerca y arandela en cada uno de los pernos.
- Las columnas a instalar en el vial peatonal y en la zona verde serán lacadas en color blanco y y la portezuela en la que se alojará la caja de conexiones/ derivaciones quedará enrasada con la columna.
- Las dimensiones de la placa base serán similares a las definidas para columna recta y báculos troncocónico.

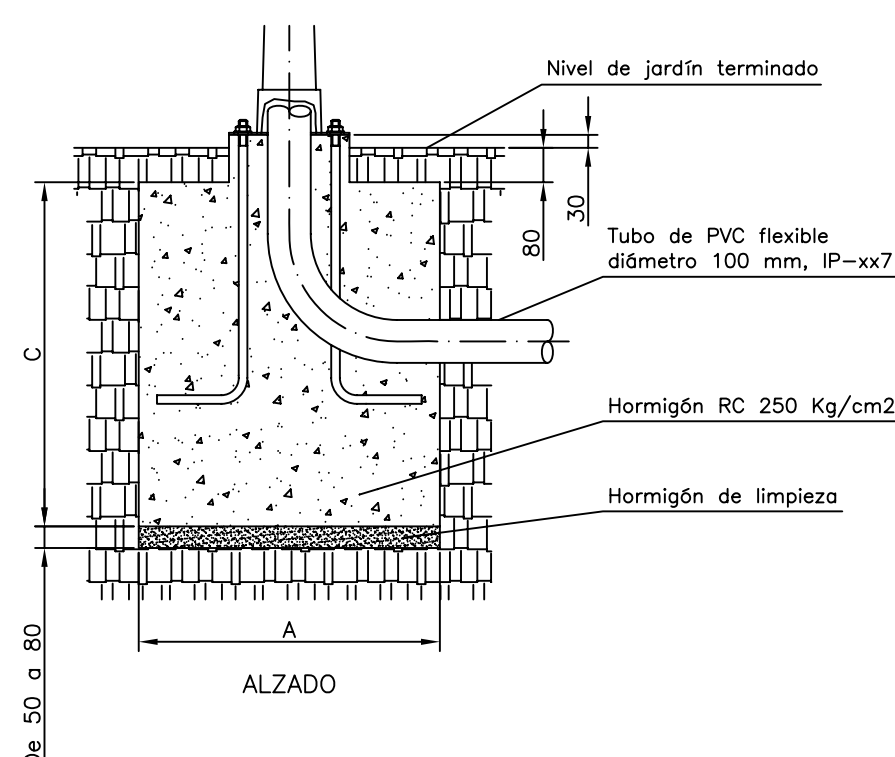
COLUMNA ORNAMENTAL



COLUMNA	A	B	C	D	E	F
h < 6 m	500	500	800	20	450	215
h < 8 m	650	650	1000	24	500	285
h < 10 m	800	800	1000	24	800	285
h < 12 m	1000	1000	1200	24	1000	285
h < 14 m	1000	1000	1400	24	1200	285

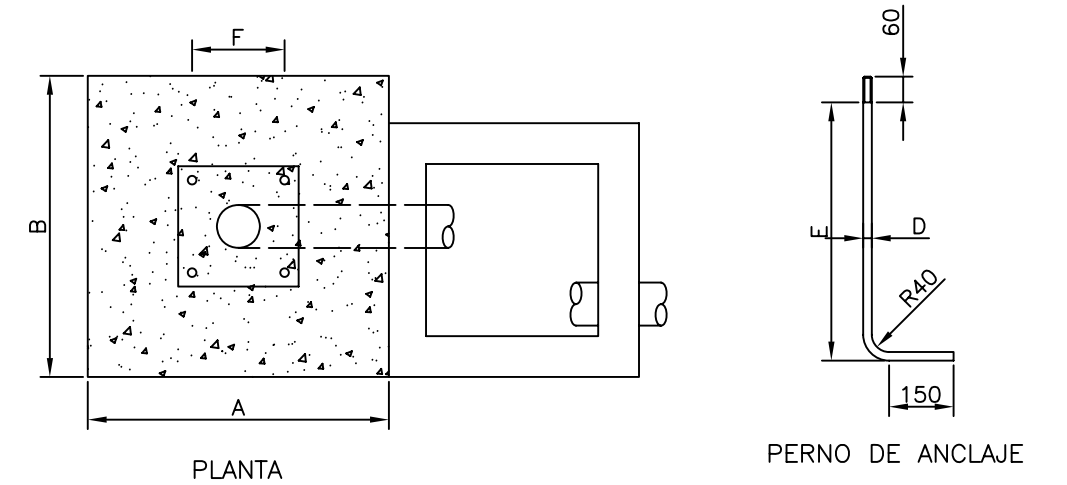
En caso de montar una columna que no se encuentre en la tabla, se colocará la cimentación inmediata superior.

BASAMENTO EN VIALES





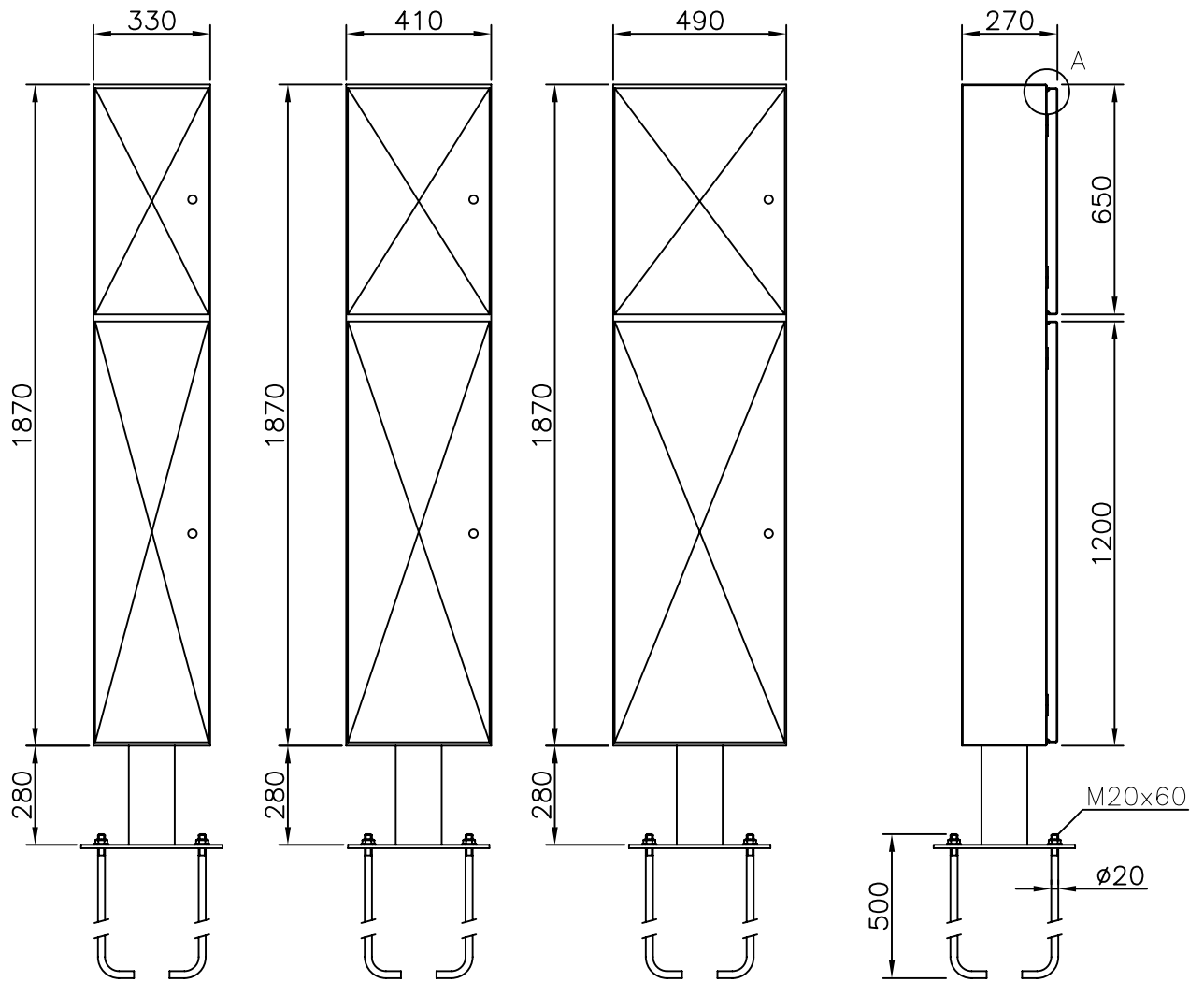
COLUMNA	A	B	C	D	E	F
h < 4 m	700	700	800	20	600	215
h < 6 m	1000	1000	1200	20	1000	285
h < 8 m	1000	1000	1200	24	1000	285
h < 12 m	1000	1000	1300	24	1000	285
h = 14 m	1200	1200	1400	27	1000	420

BASAMENTO EN ZONA VERDE



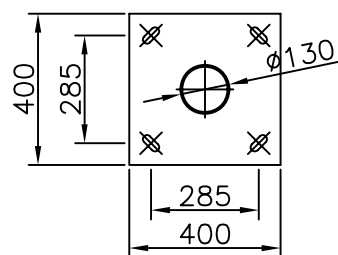
PERNO DE ANCLAJE

		PROYECTO FIN DE CARRERA		
		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA		
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA UA1 DEL P.P. CP-3		REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL	REVISADO:	
PLANO DE: Detalles de columnas y basamentos		Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CÁDIZ DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: S/E
				PLANO N°: 8(R0)

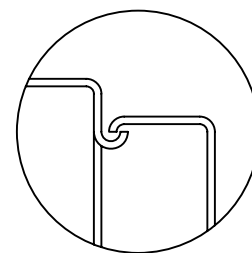


ALZADO (3 circuitos)      ALZADO (4 circuitos)      ALZADO (5 circuitos)

PERFIL



PLANTA  
Placa base



DETALLE A  
Escala 5/1



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL P.P. CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Armario de centro de mando de alumbrado público en acero inoxidable para 3, 4 o 5 circuitos

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

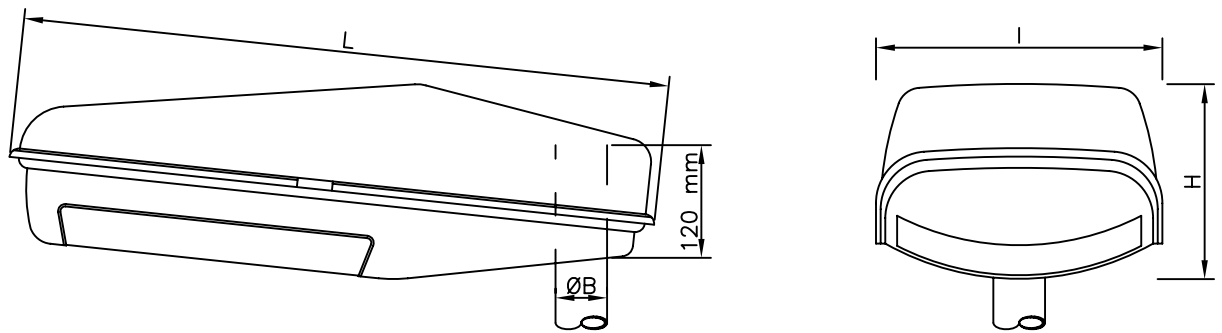
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

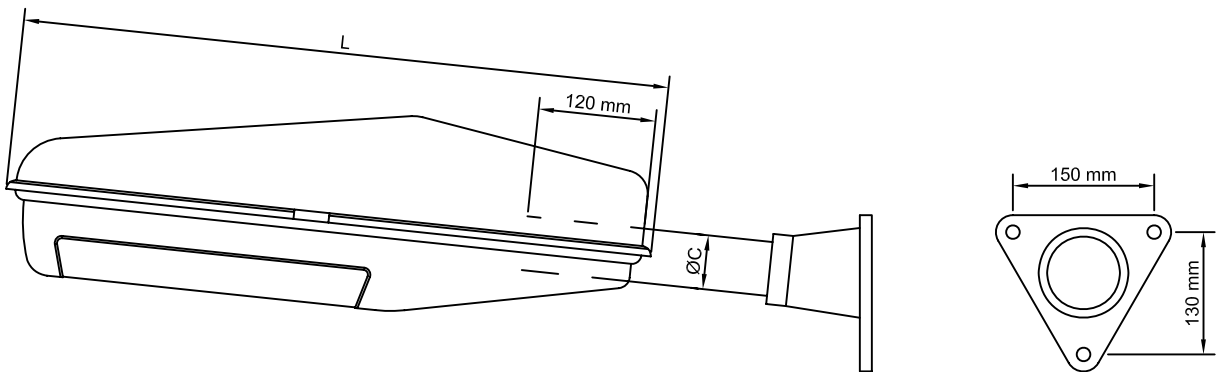
ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
9(R0)

### Fijación vertical

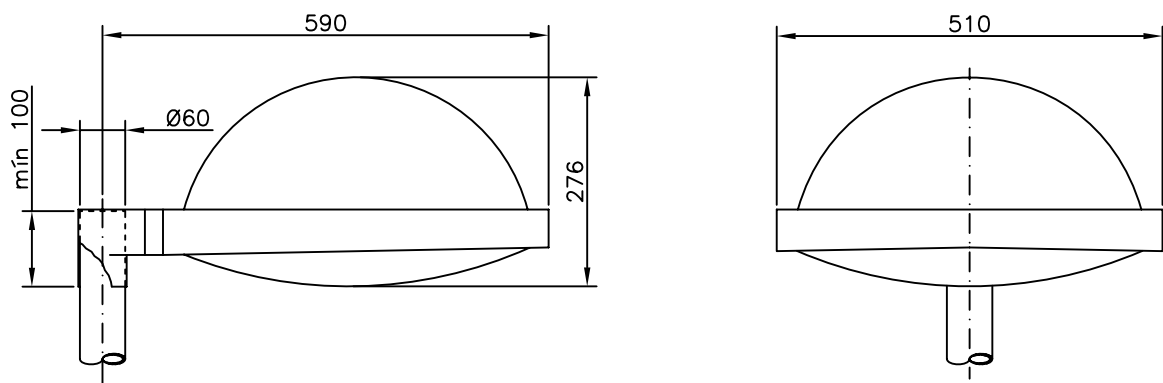


### Fijación horizontal o mural



Mod.	L	H	I	ØA	ØB	ØC	Lámpara	Tipo	C/ Aux	DN
2	732	208	332	42-48-60	60-76	60	150 w	VSAP	SÍ	SÍ
	732	208	332	42-48-60	60-76	60	250 w	VSAP	SÍ	SÍ
3	843	268	392	42-48-60	60-76	60	250 w	VSAP	SÍ	SÍ
	843	268	392	42-48-60	60-76	60	400 w	VSAP	SÍ	SÍ

### LUMINARIAS EN VIALES DE TRÁFICO RODADO



### LUMINARIA EN VIALES PEATONALES Y ESPACIOS LIBRES



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL P.P. CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de luminarias

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

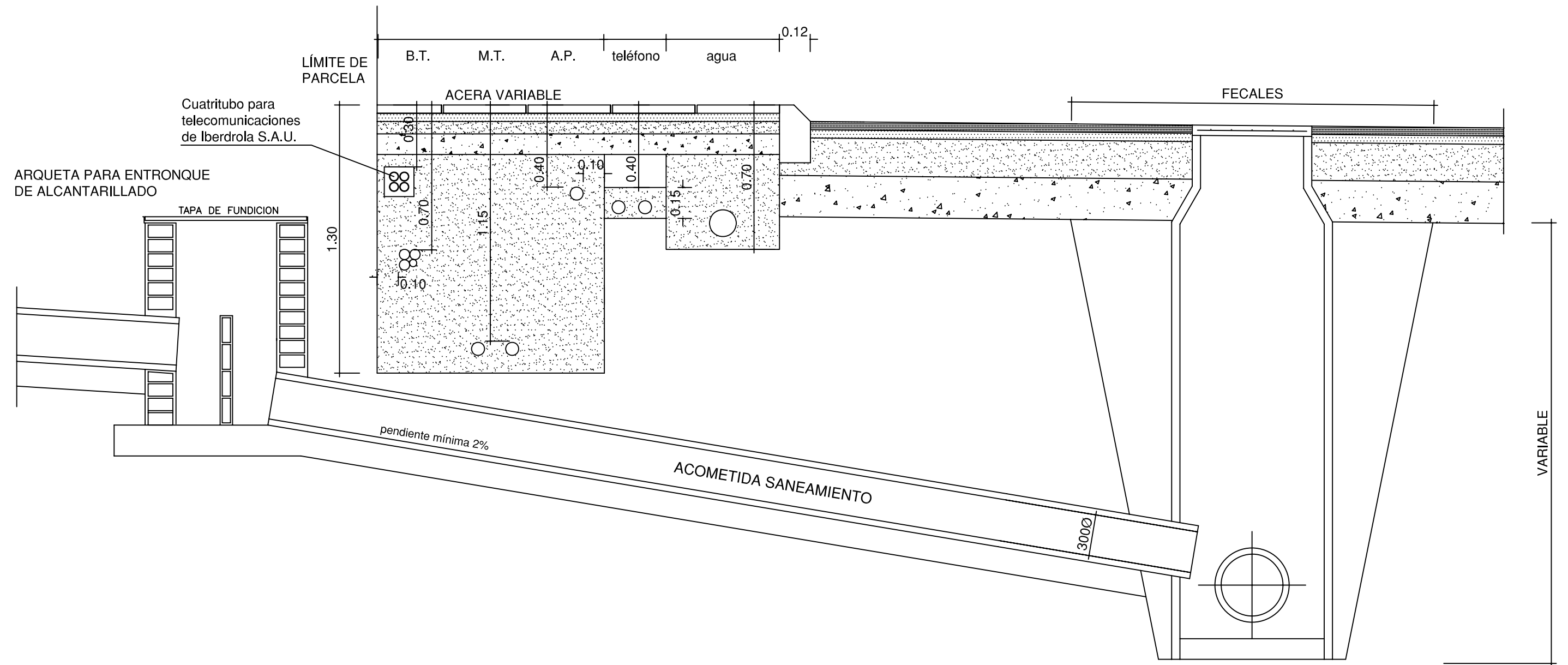
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS



FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
10(R0)





	PROYECTO FIN DE CARRERA			UNIVERSIDAD <b>Politécnica</b> de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL P.P. CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL		REVISADO:
PLANO DE: Coordinación de servicios			Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ		COMPROBADO:
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: S/E	PLANO N°: 11(R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 313 de 334

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

#### **1.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### **1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.**

##### **1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

##### **1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.**

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 314 de 334

- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### 1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 315 de 334

- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### 1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### 1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 316 de 334

incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### **1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.**

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### **1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.**

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### **1.2.10. DOCUMENTACIÓN.**

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### **1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### **1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.**

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### **1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 317 de 334

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### **1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.**

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### **1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.**

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### **1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.**

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### **1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

#### **1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 318 de 334

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

### **1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

## **1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

### **1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

### **1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.**

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

### **1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 319 de 334

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

### **2.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 320 de 334

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

### **3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### **3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 321 de 334

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

### **3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 322 de 334

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

### **3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### **3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 323 de 334

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 Km/h.

### **3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincar, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 324 de 334

encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los piones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### **3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 325 de 334

perfilaría, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

### **4.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Red de distribución en Baja Tensión se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### **4.2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

#### **4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

Los Oficios más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 326 de 334

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica.
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

<p>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3</p>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 327 de 334

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador,



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 328 de 334

interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### **4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.**

##### **4.2.3.1. Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.**

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zavorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m, se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 329 de 334

- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### **4.2.3.2. Relleno de tierras.**

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### **4.2.3.3. Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.**

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenos o vigas.

#### **4.2.3.4. Trabajos de manipulación del hormigón.**

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 330 de 334

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

#### **4.2.3.5. Montaje de elementos metálicos.**

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### **4.2.3.6. Montaje de prefabricados.**

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm, de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm, sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### **4.2.3.7. Albañilería.**

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

#### **4.2.3.8. Pintura y barnizados.**

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 331 de 334

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

#### **4.2.3.9. Instalación eléctrica provisional de obra.**

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 332 de 334

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### **4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

### **5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

#### **5.1. INTRODUCCIÓN.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 333 de 334

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

## **5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

### **5.2.1. PROTECCIONES DE LA CABEZA.**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

### **5.2.2. PROTECCIONES DE MANOS Y BRAZOS**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para BT.
- Guantes de soldador.
- Guantes antivibratorios, para trabajos de compactación.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

### **5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para BT.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

### **5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de BT.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de BT.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 334 de 334

- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

### **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

#### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### **PROYECTO FIN DE CARRERA**



### **INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3**

Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Alumno: Luis Candela Sánchez



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. i de viii

## ÍNDICE

### **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

	Pág.
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
1. OBJETO DEL PROYECTO.	1
2. TITULARES DE LA INSTALACIÓN; AL INICIO Y AL FINAL.	1
2.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.	1
2.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.	1
3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN.	1
4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.	2
5. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA.	2
6. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.	3
7. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.	4
8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.	4
8.1. TRAZADO.	4
8.1.1. LONGITUD.	4
8.1.2. INICIO Y FINAL DE LÍNEA.	5
8.1.3. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.	5
8.1.3.1. Cruzamientos.	5
8.1.3.2. Proximidades y paralelismos.	6
8.1.4. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS CON DIRECCIÓN Y DNI.	7
8.2. PUESTA A TIERRA.	7
8.3. PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES Y CORTOCIRCUITOS.	8
9. DESCRIPCIÓN DE OBRA CIVIL.	9
10. PRESUPUESTO GENERAL	9
11. CONCLUSIÓN.	9
 <b>ANEXO Nº1: INICIO DE LAS OBRAS</b>	 <b>11</b>
 <b>ANEXO Nº2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS</b>	 <b>12</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. ii de viii

## **DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

	Pág.
1. <i>CÁLCULOS ELÉCTRICOS.</i>	20
1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA.	20
1.2. INTENSIDAD.	21
1.3. CAÍDAS DE TENSIÓN.	21
1.4. OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.	21
1.5. TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CÁLCULOS.	21
2. <i>CÁLCULOS MECÁNICOS.</i>	57

## **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES**

	Pág.
1. <i>GENERALIDADES.</i>	58
1.1. OBJETO.	58
1.2. DISPOSICIONES QUE SE HAN DE CUMPLIR EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.	58
1.3. DISPOSICIONES GENERALES.	58
1.4. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.	60
1.5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	60
1.6. SEGURIDAD PÚBLICA.	61
1.7. OBRAS QUE COMPRENDE.	61
1.7.1. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS.	61
2. <i>CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN.</i>	62
2.1. CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES.	62
2.1.1. RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES.	62
2.1.2. CONDUCTORES.	62
2.1.3. CARACTERÍSTICAS Y TRATAMIENTO DE LOS ELEMENTOS SIDERÚRGICOS.	62
2.1.4. PARARRAYOS.	62
2.1.5. BOTELLAS TERMINALES PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.	62

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iii de viii

	Pág.
2.1.6. PUESTA A TIERRA.	62
2.1.7. ARMARIOS DE CONTADORES Y CENTRALIZACIONES	63
2.1.7.1. Armarios con carcasa de material aislante.	63
2.1.7.2. Armarios con carcasa metálica.	63
2.1.8. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN.	63
2.2. ACCESORIOS.	63
2.3. MEDIDAS ELECTRICAS.	63
2.4. OBRA CIVIL.	63
2.5. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO.	64
2.5.1. ZANJAS PARA CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS.	64
2.5.1.1. Ejecución.	64
2.5.1.1.1. Apertura de zanjas.	64
2.5.1.1.2. Suministro y colocación de protección de arena.	65
2.5.1.1.3. Suministro y colocación de la protección de "placas cubre cables".	65
2.5.1.1.4. Colocación de la cinta de "Atención al cable".	65
2.5.1.1.5. Tapado y apisonado de las zanjas.	65
2.5.1.1.6. Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.	65
2.5.1.1.7. Dispositivos de Balizamiento.	66
2.5.1.2. Dimensiones y condiciones generales de ejecución.	66
2.5.1.2.1. Zanja para tendido exclusivo de Red de Baja Tensión.	66
2.5.1.2.2. Zanjas para uso compartido con otras redes.	66
2.5.2. ZANJAS EN ROCA.	66
2.5.3. CANALIZACIONES ENTUBADAS.	66
2.5.3.1. Materiales.	66
2.5.1.2. Dimensiones y características generales de ejecución.	67
2.5.4. TENDIDO DE CABLES.	69
2.5.4.1. Tendido de cables en zanja abierta.	69
2.5.4.1.1. Manejo y preparación de las bobinas.	69
2.5.4.1.1.1. Tendido de cables en zanjas para enterrar.	69
2.5.4.1.1.2. Tendido de cables en canalización entubadas.	70
2.5.4.1.2. Transporte de bobinas de cables.	70
2.5.4.2. Cruzamientos, paralelismos, etc.	70
2.5.4.2.1. Cruzamientos.	70
2.5.4.2.2. Proximidades y paralelismos.	71

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iv de viii

	Pág.
3. <i>NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</i>	72
3.1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.	72
3.2. MONTAJES EN CABLES DE BAJA TENSIÓN.	73
3.2.1. EMPALMES.	73
3.2.1.1. Empalme normal.	73
3.2.2. DERIVACIONES EN CABLES UNIPOLARES.	73
3.2.3. TERMINALES.	73
3.2.3.1. Colocación de terminales en puntas.	73
3.2.4. ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN Y DE CONTADORES.	73
3.2.4.1. Fundaciones para armarios.	73
3.2.4.2. Colocación de armarios.	74
3.2.4.3. Montaje y conexionado de armarios.	74
3.2.5. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.	74
3.2.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.	74
3.2.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.	74
3.2.6. VARIOS.	74
3.2.6.1. Colocación de cables en tubos y engrapado en columna (entronque A/S para media y baja tensión).	74
4. <i>REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.</i>	75
5. <i>CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.</i>	75
6. <i>REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.</i>	75
7. <i>MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.</i>	75
7.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.	75
7.2. CONDUCTORES Y MATERIAL ELÉCTRICO.	75
7.3. MAQUINARIA.	75
7.4. PARTIDAS ALZADAS.	76
7.5. MEDIOS AUXILIARES.	76
8. <i>DISPOSICIONES GENERALES.</i>	76
8.1. PLAN DE OBRAS.	76
8.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.	76
8.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.	76
8.4. PLAZO DE GARANTÍA.	76

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. v de viii

	Pág.
8.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.	76
8.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.	77
8.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.	77
8.8. JORNALES MÍNIMOS.	77
8.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.	77
8.10. DISPOSICIÓN FINAL.	77

### **DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO**

	Pág.
1. <i>PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.</i>	78
2. <i>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.</i>	81
3. <i>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.</i>	82

### **DOCUMENTO Nº5: PLANOS**

	Pág.
<b>LISTADO DE PLANOS</b>	<b>83</b>
1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.	1 (R0)
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.	2 (R0)
3. TENDIDO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3.	3 (R0)
4. DETALLE DE LAS ZANJAS.	4 (R0)
5. DETALLES DE CPM, ADS Y BASAMENTO.	5 (R0)
6. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.	6 (R0)
7. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.	7 (R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. vi de viii

## **DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

	Pág.
1. <i>PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.</i>	91
1.1. INTRODUCCIÓN.	91
1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.	91
1.2.1. DERECHOS Y OBLIGACIONES.	91
1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.	91
1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.	92
1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.	93
1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.	93
1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.	93
1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.	93
1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.	94
1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.	94
1.2.10. DOCUMENTACIÓN.	94
1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.	94
1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.	94
1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.	94
1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.	95
1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.	95
1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.	95
1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.	95
1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.	95
1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.	96
1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.	96
1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.	96
1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.	96
1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.	96
2. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.</i>	97
2.1. INTRODUCCIÓN.	97
2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.	97

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. vii de viii

	Pág.
3. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.</i>	98
3.1. INTRODUCCION.	98
3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.	98
3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.	99
3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.	100
3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.	100
3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.	101
3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.	102
4. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.</i>	103
4.1. INTRODUCCIÓN.	103
4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	103
4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.	103
4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.	104
4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.	106
4.2.3.1. Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.	106
4.2.3.2. Relleno de tierras.	107
4.2.3.3. Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.	107
4.2.3.4. Trabajos de manipulación del hormigón.	107
4.2.3.5. Montaje de elementos metálicos.	108
4.2.3.6. Montaje de prefabricados.	108
4.2.3.7. Albañilería.	108
4.2.3.8. Pintura y barnizados.	108
4.2.3.9. Instalación eléctrica provisional de obra.	109
4.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.	110
5. <i>DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.</i>	110
5.1. INTRODUCCION.	110

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. viii de viii

	Pág.
5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.	111
5.2.1. PROTECCIONES DE LA CABEZA.	111
5.2.2. PROTECCIONES DE MANOS Y BRAZOS.	111
5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.	111
5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.	111



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 1 de 112

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1. OBJETO DEL PROYECTO.**

Por orden del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena se ordena la redacción del presente proyecto, con el fin de definir las características y obras necesarias para dotar el Plan Parcial CP-3 de Cabo de Palos, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO), de la red de energía eléctrica en baja tensión que se utilizará para abastecer las parcelas, espacios libres y alumbrado público a instalar en los viales.

Así mismo, se pretende obtener de los Organismos competentes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la aprobación del mismo y las correspondientes licencias administrativas y autorizaciones para la puesta en marcha de la instalación que se relaciona.

El objeto del presente proyecto es describir, definir las condiciones técnicas y legales que han de cumplirse así como las de seguridad tanto de las instalaciones como del personal que las ejecutará, definiendo las instalaciones de alumbrado y de su correspondiente red de baja tensión.

En la redacción del mismo se han tenido en cuenta las disposiciones de aplicación en este tipo de instalaciones eléctricas, basándonos en el vigente *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión* (RD 842/2002, de 2 de agosto).

### **2. TITULARES DE LA INSTALACIÓN; AL INICIO Y AL FINAL.**

#### **2.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.**

El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

#### **2.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.**

El titular de la instalación al final será IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., con CIF nº A-95.075.578 y domicilio social en C/ Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

### **3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN.**

Dado que la instalación que se proyecta servirá para dotar de energía eléctrica en Baja Tensión a las edificaciones a desarrollar, zonas verdes y alumbrado público a instalar en el Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos (Cartagena), se considerará como “usuario” de la instalación a la Compañía encargada de abastecer de energía eléctrica dichas instalaciones.

Los criterios de cálculo para la justificación de la potencia máxima a transportar han sido los siguientes:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 2 de 112

#### Manzana 1:

- Parcela Supermercado (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/1A (cs=1)		189,58 Kw.
- Parcela At1/1B (cs=1)		114,49 Kw.
- Parcela At1/1C (cs=1)		99,29 Kw.
- Parcela At2/1 (cs=1)		105,16 Kw.
- Alumbrado público (cs=1)		9,21 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>517,73 KW</b>

#### Manzana 2:

- Parcela At1/2A (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/2B (cs=1)		265,07 Kw.
- Parcela At1/2C (cs=1)		257,95 Kw.
- Parcela At1/2D (cs=1)		112,52 Kw.
- Parcela At1/2E (cs=1)		849,75 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>1.485,29 KW</b>

#### Manzana 3:

- Parcela At1/3A (cs=1)		352,88 Kw.
- Parcela At1/3C (cs=1)		287,25 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>640,13 KW</b>

#### Manzana Gasolinera:

- Parcela At2/2 (cs=1)		85,54 Kw.
- Parcela At2/3 (cs=1)		129,01 Kw.
- Parcela At2/4 (cs=1)		81,11 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>295,66 KW</b>
<b>TOTAL POTENCIA INSTALADA:</b>		<b>2.938,81 KW</b>

En las manzanas AP/2, JAR/3B, AP/5 y AP/6, por tratarse de espacios libres, no está prevista la instalación de acometidas eléctricas de baja tensión.

Las actuales necesidades de potencia hacen un total de **2.938,81 KW**.

## 4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

En el correspondiente plano se refleja la situación de las obras, ubicadas en el Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO).

## 5. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA.

Las instalación que se proyecta consiste en una serie de anillos correspondientes a la red subterránea de baja tensión, que parten desde los centros de transformación a instalar en las parcelas destinadas al efecto, en los que se instalarán los transformadores y toda la aparamenta de alta y baja tensión correspondiente en proyecto aparte, discurriendo el tendido bajo aceras y calzadas de viales públicos, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO), con el fin de dar suministro de energía eléctrica a las parcelas y alumbrado viario a construir en la dirección anteriormente indicada, que contarán con los elementos de consumo indicados en el apartado 3 del presente Documento.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 3 de 112

Los criterios de cálculo para la justificación de la potencia máxima a transportar han sido los definidos en el apartado nº2 del presente documento.

En ningún caso está previsto que la potencia máxima pueda producir una intensidad en la línea, superior a la que pueda soportar el conductor de 240 mm<sup>2</sup> impuesto por IBERDROLA.

No obstante, el usuario de la misma será IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A. con domicilio social en C/ Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega–Cartagena (Murcia), una vez recibida la Red Subterránea de Baja Tensión, suministrando energía eléctrica a las parcelas y al alumbrado público mediante la citada red.

Los cuadros de baja tensión se instalarán en el límite de parcela, accesibles a los operarios de la compañía suministradora.

Una vez construidas y autorizadas las instalaciones, su titularidad pasará a la compañía suministradora de energía eléctrica, mediante el correspondiente acta de cesión.

## **6. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.**

Para la redacción del presente Proyecto se han tenido en cuenta las Normativas y Reglamentaciones que a continuación se enumeran, debiendo ajustarse a ellas, tanto durante el montaje y la instalación de la actividad, como el posterior funcionamiento:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE Nº224).
- RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan la Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento de Acometidas Eléctricas. Ministerio de Industria y Energía. RD. 2.949/1982 de 15 de Octubre, BOE Nº312 de 29 de Diciembre de 1982.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, RD. 3.275/1982 de 12 de Noviembre, y sus instrucciones técnicas complementarias. MIE-RAT, de 6 de Julio de 1984.
- Normas particulares de la Compañía Suministradora IBERDROLA, S.A., en lo que se refiere al "PROYECTO TIPO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN" (MTDYC 2.51.01) de la 2ª edición de Abril de 1.996.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización del Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).
- RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- NTE – IEP – 73. Instalaciones de Electricidad. Puesta a tierra.
- NTE – IEB – 74. Instalaciones de Electricidad. Baja Tensión.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 4 de 112

## **7. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Una vez obtenidos los correspondientes permisos y licencias administrativas que concurren a las instalaciones que nos ocupan, el plazo previsto para la ejecución de las instalaciones es de **un (1) año**, contando a partir del comienzo de las obras.

## **8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

### **8.1. TRAZADO.**

Las obras se ejecutarán íntegramente en dominio público municipal. Los anillos a desarrollar discurrirán prácticamente en su totalidad bajo el espacio destinado a la construcción de las aceras y las calzadas de las calles correspondientes.

Se realizaran cruces de calzada para realizar el tendido de los anillos definidos en el plano correspondiente.

Se atenderá a las prescripciones sobre protecciones de tubos, profundidad, elevación, señalización, etc.

El trazado de las líneas subterráneas de baja tensión se graficarán en planos adjuntos.

#### **8.1.1. LONGITUD.**

La longitud de los anillos a instalar son las siguientes:

##### **Centro de transformación nº1 (CT1). Transformador 1 (400 KVA):**

- Anillo 1: 310 metros.
  - Línea 01: 110 metros.
  - Línea 02: 200 metros.
- Anillo 2: 290 metros.
  - Línea 03: 140 metros.
  - Línea 04: 150 metros.

##### **Centro de transformación nº1 (CT1). Transformador 2 (400 KVA):**

- Anillo 3: 210 metros.
  - Línea 11: 100 metros.
  - Línea 12: 110 metros.
- Anillo 4: 130 metros.
  - Línea 13: 60 metros.
  - Línea 14: 70 metros.

##### **Centro de transformación nº2 (CT2). Transformador 1 (400 KVA):**

- Anillo 5: 430 metros.
  - Línea 01: 210 metros.
  - Línea 02: 220 metros.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 5 de 112

- Anillo 6: 200 metros.
  - Línea 03: 105 metros.
  - Línea 04: 95 metros.

**Centro de transformación nº2 (CT2). Transformador 2 (400 KVA):**

- Anillo 7: 275 metros.
  - Línea 11: 95 metros.
  - Línea 12: 180 metros.
- Anillo 8: 550 metros.
  - Línea 13: 170 metros.
  - Línea 14: 380 metros.

**Centro de transformación nº3 (CT3). Transformador 1 (630 KVA):**

- Anillo 9: 160 metros.
  - Línea 01: 45 metros.
  - Línea 02: 115 metros.
- Anillo 10: 560 metros.
  - Línea 03: 315 metros.
  - Línea 04: 245 metros.

**Centro de transformación nº3 (CT3). Transformador 2 (400 KVA):**

- Anillo 11: 410 metros.
  - Línea 11: 290 metros.
  - Línea 12: 120 metros.
- Anillo 12: 240 metros.
  - Línea 13: 150 metros.
  - Línea 14: 90 metros.

### 8.1.2. INICIO Y FINAL DE LÍNEA.

Todas las líneas partirán de las celdas de baja tensión instaladas en el interior de los centros de transformación interior a colocar en la unidad de actuación.

### 8.1.3. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.

#### 8.1.3.1. Cruzamientos.

##### **Con calles y carreteras.**

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la **ITC-BT-21 del RBT**, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

##### **Con otros cables de energía eléctrica.**

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 6 de 112

punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

#### **Con cables de telecomunicación.**

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

Estas restricciones no se deben aplicar a cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

#### **Con canalizaciones de agua y gas.**

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

#### **Con conducciones de alcantarillado.**

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

#### **8.1.3.2. Proximidades y paralelismos.**

##### **Con otros cables de energía eléctrica.**

Los cables de media tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

#### **Con cables de telecomunicación.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 7 de 112

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

#### **Con canalizaciones de agua.**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### **Con canalizaciones de gas.**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### **8.1.4. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS CON DIRECCIÓN Y DNI.**

Las obras se realizarán en dominio público municipal al discurrir por viales y zonas públicas cedidas al Ayuntamiento, por lo que en el momento de la Contratación, todos los terrenos utilizados serán del dominio público municipal.

Solamente los cuadros de baja tensión, se instalarán en el límite de parcela accesibles a los operarios de la Cía. Suministradora.

Una vez construidas y autorizadas las instalaciones, su titularidad pasará a la Cía. Suministradora, mediante la correspondiente acta de cesión.

#### **8.2. PUESTA A TIERRA.**

El conductor neutro de la red subterránea se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias.

Fuera del centro de transformación se realizará una derivación de la línea principal de tierra en otros puntos de la red, generalmente en los armarios de seccionamiento y cajas



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 8 de 112

generales de protección, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.

Además de los armarios de seccionamiento y cajas generales de protección, se conectará a tierra el nuevo apoyo tubular de chapa metálica CH 800 – 9E de sección octogonal que se va a instalar para continuar suministrando energía eléctrica a las instalaciones existentes en el exterior de la unidad de actuación.

La sección de la derivación de la línea principal de tierra será la mencionada en la ITC–BT–18, tabla 1.

La puesta a tierra del neutro se realizará con una pica vertical mediante una barra de acero de 14 mm de diámetro con la superficie cobreada de espesor apropiado, y de longitud mínima 2 metros, unido mediante un conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> o cable de acero galvanizado de 95 mm<sup>2</sup> de sección empotrado a 50 cm del suelo, enterrado en la misma zanja que los cables.

La línea principal de tierra estará formada por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a los cuales estarán conectadas las derivaciones para la puesta a tierra de las masas generales.

Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

### **8.3. PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES Y CORTO-CIRCUITOS.**

Con carácter general, los conductores estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos por los fusibles existentes en la cabecera de la línea principal que arranca en el cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación.

La tabla siguiente indica las intensidades nominales de los fusibles de clase gG, que se utilizan para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas.

Cable	In (A)
RV 0,6/1 KV 4x50 mm <sup>2</sup> Al	160
RV 0,6/1 KV 3x95+1x50 mm <sup>2</sup> Al	200
RV 0,6/1 KV 3x150+1x95 mm <sup>2</sup> Al	250
RV 0,6/1 KV 3x240+1x150 mm <sup>2</sup> Al	315

Cuando se prevea la protección del conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 9 de 112

Cable	Intensidad nominal del fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 KV 4x50 mm <sup>2</sup> Al	190	155	115			
RV 0,6/1 KV 3x95+1x50 mm <sup>2</sup> Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 KV 3x150+1x95 mm <sup>2</sup> Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 KV 3x240+1x150 mm <sup>2</sup> Al		605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

(1) Calculadas con una impedancia a 90° C del conductor de fase y neutro.

**NOTA:** Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación.

## 9. DESCRIPCIÓN DE OBRA CIVIL.

La ejecución de la canalización de las líneas para baja tensión se realizará de acuerdo con las previsiones del Pliego de Condiciones adjunto, tanto en lo referente a la tipología de las zanjas en tramo normal o de cruce de calzada, como en la sistemática a seguir para el tendido de cables en zanja y las operaciones subsiguientes de tapado y restauración de las condiciones originales del terreno.

Las características de las canalizaciones para alojamiento de los cables se encuentran descritas en los correspondientes planos de detalle, con referencia a las secciones que figuran en el plano general de distribución en planta.

Se realizará las correspondientes zanjas, según trazado reflejado en el plano adjunto, en las que se instalarán los diferentes anillos de la Red Subterránea de Baja Tensión.

En la tabla se indican las características representativas de cada uno de los diferentes anillos.

ANILLO	SECCIÓN	MATERIAL	RECUBRIMIENTO
1	3x(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup>	Al	XLPE
2	3x(1x240) + 1x150 mm <sup>2</sup>	Al	XLPE

Cuando así lo autorice IBERDROLA, S.A., se realizará la conexión de las líneas subterráneas a los Centros de Transformación.

## 10. PRESUPUESTO GENERAL.

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS OCHO EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS (249.508,68 €).

## 11. CONCLUSIÓN.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 10 de 112

Con lo anteriormente expuesto y en unión de los documentos que se acompañan, se considera suficientemente descrita la instalación proyectada, sometiéndola a la consideración de los Organismos Competentes y quedando a su disposición para aclarar o ampliar aquello que estimen necesario.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 11 de 112

## **ANEXO Nº1: INICIO DE LAS OBRAS**

La redacción por parte del Ingeniero Industrial, autor del presente proyecto – visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia –, no implica que la obligación asumida formalmente de llevar a cabo la dirección técnica, se produzca de forma automática, o sea, que para que la ejecución material del trabajo se verifique bajo la supervisión y dirección efectiva del técnico autor del proyecto es necesario que se cumplan por parte del promotor los siguientes requisitos:

- a) Que el promotor notifique por escrito al técnico autor del proyecto que ha obtenido la correspondiente licencia administrativa que ampara la licitud del inicio de las obras proyectadas.
- b) Que el promotor notifique por escrito al técnico la fecha de inicio de las obras.
- c) Que se levante la correspondiente acta de inicio firmada por el promotor y el técnico que asume la efectiva dirección de las obras.

En caso de no cumplirse los requisitos antes indicados, el técnico autor del presente proyecto declina cualquier tipo de responsabilidad administrativa, urbanística, civil o penal que se pueda derivar como consecuencia del inicio o ejecución de las obras sin su conocimiento e intervención efectiva.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 12 de 112

## ANEXO Nº2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para una (1) línea de la red de baja tensión, incluida excavación, tubo para canalización, relleno de material seleccionado, zahorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,405	m³	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	3,3048
0,275	m³	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	3,2835
0,130	m³	Arena de machaqueo.	10,21	1,3273
0,405	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	5,3460
1,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	3,0300
1,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,2800
1,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	3,0300
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm² para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,05	h	Peón ordinario.	13,20	0,6600
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.	suma	32,5416
				1,9525
			Suma	34,4941
			Redondeo	-0,0041
			<b>Total €/ml</b>	<b>34,49</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para dos (2) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zahorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,405	m³	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	3,3048
0,275	m³	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	3,2835
0,130	m³	Arena de machaqueo.	10,21	1,3273
0,405	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	5,3460
2,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	6,0600
2,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,5600



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 13 de 112

1,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	3,0300
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,10	h	Peón ordinario.	13,20	1,3200
			suma	36,5116
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		2,1907
			Suma	38,7023
			Redondeo	-0,0023
			<b>Total €/ml</b>	<b>38,70</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para tres (3) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zahorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,540	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	4,4064
0,240	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	2,8656
0,175	m <sup>3</sup>	Arena de machaqueo.	10,21	1,7868
0,540	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	7,1280
3,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	9,0900
2,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,8400
2,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	6,0600
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,15	h	Peón ordinario.	13,20	1,9800
			suma	46,4368
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		2,7862
			Suma	49,2230
			Redondeo	-0,0030
			<b>Total €/ml</b>	<b>49,22</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para cuatro (4) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zahorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,540	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	4,4064
0,240	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	2,8656
0,175	m <sup>3</sup>	Arena de machaqueo.	10,21	1,7868



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 14 de 112

0,540	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	7,1280
4,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	12,1200
4,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,2800
3,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	3,0300
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,20	h	Peón ordinario.	13,20	2,6400
		suma		46,5368
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		2,7922
		Suma		49,3290
		Redondeo		+0,0010
		<b>Total €/ml</b>		<b>49,33</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para seis (6) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zavorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,630	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	5,1408
0,340	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zavorra artificial.	11,94	4,0596
0,300	m <sup>3</sup>	Arena de machaqueo.	10,21	3,0630
0,630	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	8,3160
6,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	18,1800
3,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,8400
3,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	9,0900
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,30	h	Peón ordinario.	13,20	3,9600
		Suma		64,9294
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		3,8958
		Suma		68,8252
		Redondeo		+0,0048
		<b>Total €/ml</b>		<b>68,83</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para ocho (8) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zavorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 15 de 112

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,720	m³	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	5,8752
0,380	m³	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	4,5372
0,320	m³	Arena de machaqueo.	10,21	3,2672
0,720	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	9,5040
8,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	24,2400
4,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	1,1200
3,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	9,0900
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm² para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,40	h	Peón ordinario.	13,20	5,2800
		Suma		75,1936
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		4,5116
		Suma		79,7052
		Redondeo		+0,0048
		<b>Total €/ml</b>		<b>79,71</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para una (1) línea de la red de baja tensión en cruce de calzada, incluida excavación, relleno de zahorra artificial, hormigón de protección de tubos para canalización D.I. 160 mm, cinta de "atención al cable", tubos de protección, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones y transporte a vertedero, totalmente terminado, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,600	m³	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	4,8960
0,300	m³	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	3,5820
0,100	m³	Arena de machaqueo.	10,21	1,5315
0,150	m³	Hormigon de 175 Kg/cm²	61,25	36,7500
0,600	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	7,9200
2,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	6,0600
2,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,5600
1,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	3,0300
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm² para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,05	h	Peón ordinario.	13,20	0,6600
		Suma		77,2695
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		4,6362
		Suma		81,9057
		Redondeo		+0,0043
		<b>Total €/ml</b>		<b>81,91</b>



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 16 de 112

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para dos (2) líneas de la red de baja tensión en cruce de calzada, incluida excavación, relleno de zavorra artificial, hormigón de protección de tubos para canalización D.I. 160 mm, cinta de "atención al cable", tubos de protección, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, y transporte a vertedero, totalmente terminado, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,600	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	4,8960
0,300	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zavorra artificial.	11,94	3,5820
0,100	m <sup>3</sup>	Arena de machaqueo.	10,21	1,5315
0,150	m <sup>3</sup>	Hormigón de 175 Kg/cm <sup>2</sup>	61,25	36,7500
0,600	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	7,9200
3,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	9,0900
3,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,8400
2,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	6,0600
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,10	h	Peón ordinario.	13,20	1,3200
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.	Suma	84,2695
			Suma	5,0562
			Redondeo	89,3257
			<b>Total €/ml</b>	<b>+0,0043</b>
				<b>89,33</b>

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para cinco (5) líneas de la red de baja tensión en cruce de calzada, incluida excavación, relleno de zavorra artificial, hormigón de protección de tubos para canalización D.I. 160 mm, cinta de "atención al cable", tubos de protección, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones y transporte a vertedero, totalmente terminado, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
0,950	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	7,7520
0,250	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zavorra artificial.	11,94	2,9850
0,150	m <sup>3</sup>	Arena de machaqueo.	10,21	1,5315
0,550	m <sup>3</sup>	Hormigón de 175 Kg/cm <sup>2</sup>	61,25	33,6875
0,950	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	12,5400
6,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	18,1800
3,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,8400
2,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	6,0600
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40	12,28	12,2800



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 17 de 112	

	mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> para suministro de telecomunicaciones.		
0,25	h	Peón ordinario.	13,20
			3,3000
		Suma	99,1560
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.	5,9494
		Suma	105,1054
		Redondeo	+0,0046
		<b>Total €/ml</b>	<b>105,11</b>

MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para ocho (8) líneas de la red de baja tensión en cruce de calzada, incluida excavación, relleno de zahorra artificial, hormigón de protección de tubos para canalización D.I. 160 mm, cinta de "atención al cable", tubos de protección, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones y transporte a vertedero, totalmente terminado, s/plano de detalle.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,200	m <sup>3</sup>	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos o manuales.	8,16	9,7920
0,300	m <sup>3</sup>	Relleno de zanjas a máquina con zahorra artificial.	11,94	3,5820
0,200	m <sup>3</sup>	Arena de machaqueo.	10,21	2,0420
0,700	m <sup>3</sup>	Hormigón de 175 Kg/cm <sup>2</sup>	61,25	42,8750
1,200	m	Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.	13,20	15,8400
9,00	m	Tubo para canalización de línea subterránea de baja tensión de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	27,2700
3,00	m	Cinta normalizada de "atención al cable".	0,28	0,8400
2,00	m	Tubo de protección de PVC corrugado doble capa D.I. 160 mm.	3,03	6,0600
1,00	m	Canalización compuesta por cuatro (4) tubos de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa de 175 Kg/cm <sup>2</sup> para suministro de telecomunicaciones.	12,28	12,2800
0,40	h	Peón ordinario.	13,20	5,2800
		Suma		125,8610
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		7,5517
		Suma		133,4127
		Redondeo		-0,0027
		<b>Total €/ml</b>		<b>133,41</b>

MI. Demolición de acera existente para instalación de canalizaciones y reposición de la misma, incluso relleno de zanjas con zahorra artificial, solera de hormigón e instalación de pavimento similar al existente tomado con mortero de cemento, totalmente terminado.

Sin descomposición **Total €/ml 31,21**

MI. Demolición y reposición de aglomerado asfáltico para instalación de canalizaciones en calzada con unas dimensiones medias de 600 x 0,60 m y 10 cm de espesor, incluso corte de asfalto con medios mecánicos, hormigón de protección, riego de imprimación (mezcla bituminosa tipo similar al existente) y curado con "Slurry" en frío, totalmente terminado.



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 18 de 112

Sin descomposición

**Total €/ml**

**43,81**

## CAPÍTULO 2: MATERIAL ELÉCTRICO

MI. Red subterránea de Baja Tensión formada por tres conductores de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> para las fases y uno de 150 mm<sup>2</sup> para el neutro, cubierta en XLPE, tensión de aislamiento 0,6/1 KV, incluso material de fijación y señalización, conexionado a cuadros de baja tensión, colocado y en servicio.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
3,00	m	Conductor de Al de 240 mm <sup>2</sup> y cubierta de XLPE	4,57	13,7100
1,00	m	Conductor de Al de 150 mm <sup>2</sup> y cubierta de XLPE	3,79	3,7900
	%	Despuntos y pérdidas	2,00	0,3500
1,00	PA	Material de fijación y señalización	1,25	1,2500
0,01	h	Oficial electricista	16,50	0,1650
0,02	h	Peón electricista	13,20	0,2640
		Suma		19,5290
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		1,1717
		Suma		20,7007
		Redondeo		-0,0007
		<b>Total €/ml</b>		<b>20,70</b>

Ud. Caja general de protección y medida compuesta por armarios de poliéster para derivación y seccionamiento de líneas de Baja Tensión tipo ADS y armario de protección y medida de energía, para uno o dos contadores, doble aislamiento clase A, con tapa, embornado para entrada y salida de línea en cobre y cuadrilla neutro, tomas de conexión, juego portafusibles hasta 250 A y base normalizada de hormigón para PLT, incluso montaje, recubrimiento de obra, material de fijación y señalización y conexionado.

Rend.	Ud.	Descripción	Unitario	Total
1,00		Instalación de base normalizada de hormigón para PLT.	39,85	39,8500
1,00		Armario de poliéster para seccionamiento y derivación de líneas de baja tensión tipo ADS.	234,95	234,9500
1,00		Armario de poliéster para protección y medida de energía consumida para 1 o 2 contadores tipo CGP-M	243,69	243,6900
1,00		Recubrimiento de obra de armario de poliéster tipo ADS	47,94	47,9400
1,00		Juego portafusibles hasta 250 A	41,95	41,9500
1,00		Oficial albañil	16,50	16,5000
1,00		Peón ordinario	13,20	13,2000
0,50		Oficial electricista	16,50	8,2500
0,50		Peón electricista	13,20	6,6000
		Suma		652,9300
6,00	%	Costes indirectos y medios auxiliares.		39,1758
		Suma		692,1058
		Redondeo		+0,0042
		<b>Total €/ud</b>		<b>692,11</b>



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 19 de 112

- Ud. Juego de conectores para conductor de aluminio de baja tensión formado por tres (3) conectores de 240 mm<sup>2</sup> de sección y un (1) conector de 150 mm<sup>2</sup> de sección, tensión de aislamiento del conductor 0,6/1 KV, y cubierta de XLPE, compuesto por medias protecciones acoplables entre sí, ajustables sobre el diámetro exterior del cable y rellenas de mezcla aislante, terminado y en servicio.

Sin descomposición **Total €/ud 36,79**

### CAPÍTULO 3: PUESTA A TIERRA

- Ud. Puesta a tierra del neutro formada por una pica de 2 m y 14 mm de diámetro, con flagelo de conductor de cobre aislado de 3 metros de longitud y 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrados en la misma zanja que los cables y unidos al borne del neutro, de acuerdo a planos, colocada.

Sin descomposición **Total €/ud 69,07**

### CAPÍTULO 4: VARIOS

- PA Material auxiliar, incluso candados, mano de obra en marcado de conductores, terminales y numeración de armarios, etiquetas, placas de peligro de muerte y su colocación.

Sin descomposición **Total €/PA 28,99**

- PA Medición y comprobación de fugas de corriente y puesta a tierra de líneas subterráneas de baja tensión.

Sin descomposición **Total €/PA 350,00**

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

## CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

#### 1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA.

La demanda de potencia de las diferentes parcelas que componen el sector se determina, aplicando lo indicado en la ITC BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en función de la superficie de la misma y del índice de edificabilidad del sector, que en el caso del Plan Parcial CP-3 de Cabo de Palos es, en general, de 0,5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, existiendo alguna parcela cuyo índice de edificabilidad puede variar respecto del indicado y que se definirá más adelante.

Teniendo en cuenta que la asignación de potencia para instalaciones industriales es de 125 w/m<sup>2</sup>, la potencia demandada para cada parcela es:

Parcela	Tipo de suministro	Asignación de potencia (w/m <sup>2</sup> )	Superficie (m <sup>2</sup> )	Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Potencia (Kw)
UPPER	Comercial	–	–	–	Abastecida
At1/1A	Industrial	125	3.033,25	0,50	189,58
At1/1B	Industrial	125	1.308,49	0,70	114,49
At1/1C	Industrial	125	1.588,69	0,50	99,29
NÁUTICA	Comercial	–	–	–	Abastecida
At1/2B	Industrial	125	8.482,38	0,25	265,07
At1/2C	Industrial	125	4.127,19	0,50	257,95
At1/2D	Industrial	125	1.800,25	0,50	112,52
At1/2E	Industrial	125	13.595,93	0,50	849,75
JAR/4	Alumbrado	–	–	–	9,21
At1/3A	Industrial	125	5.646,02	0,50	352,88
At1/3C	Equipamiento	125	4.596,01	0,50	287,25
At2/1	Industrial	125	1.682,50	0,50	105,16
At2/2	Industrial	125	1.368,66	0,50	85,54
At2/3	Industrial	125	2.064,18	0,50	129,01
At2/4	Industrial	125	1.297,83	0,50	81,11

Por manzanas, la demanda de potencia máxima a transportar ha sido la siguiente:

#### Manzana 1:

- Parcela Supermercado (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/1A (cs=1)		189,58 Kw.
- Parcela At1/1B (cs=1)		114,49 Kw.
- Parcela At1/1C (cs=1)		99,29 Kw.
- Parcela At2/1 (cs=1)		105,16 Kw.
- Alumbrado público (cs=1)		9,21 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>517,73 KW</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 21 de 112

#### Manzana 2:

- Parcela At1/2A (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/2B (cs=1)		265,07 Kw.
- Parcela At1/2C (cs=1)		257,95 Kw.
- Parcela At1/2D (cs=1)		112,52 Kw.
- Parcela At1/2E (cs=1)		849,75 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>1.485,29 KW</b>

#### Manzana 3:

- Parcela At1/3A (cs=1)		352,88 Kw.
- Parcela At1/3C (cs=1)		287,25 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>640,13 KW</b>

#### Manzana Gasolinera:

- Parcela At2/2 (cs=1)		85,54 Kw.
- Parcela At2/3 (cs=1)		129,01 Kw.
- Parcela At2/4 (cs=1)		81,11 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>295,66 KW</b>
<b>TOTAL POTENCIA INSTALADA:</b>		<b>2.938,81 KW</b>

En las manzanas AP/2, JAR/3B, AP/5 y AP/6, por tratarse de espacios libres, no está prevista la instalación de acometidas eléctricas de baja tensión.

Las actuales necesidades de potencia hacen un total de **2.938,81 Kw**. El criterio para el cálculo de la carga de los diferentes anillos es el descrito en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002, de 2 de agosto).

### 1.2. INTENSIDAD.

Véase punto 1.5, donde se indican las intensidades de cálculo y las máximas admisibles para los conductores a instalar, en las condiciones proyectadas

### 1.3. CAÍDAS DE TENSIÓN.

Véase punto 1.5, donde se indican las caídas de tensión expresadas en voltios y en % para cada nudo.

### 1.4. OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

Véase punto 1.5.

### 1.5. TABLAS DE TENDIDO Y RESULTADO DE CÁLCULOS.

Las fórmulas utilizadas en los cálculos eléctricos realizados en el presente Proyecto son las indicadas a continuación. La leyenda de las variables empleadas para los sistemas trifásico y monofásico es la siguiente:

- $P_c$  = Potencia de cálculo en vatios.
- $L$  = Longitud de cálculo en metros.
- $e$  = Caída de tensión en voltios.
- $K$  = Conductividad (cobre 56, aluminio 35).
- $I$  = Intensidad en amperios.
- $U$  = Tensión de servicio en voltios (trifásica o monofásica).
- $S$  = Sección del conductor en  $mm^2$ .
- $\cos \phi$  = Factor de potencia.
- $R$  = Rendimiento (para líneas motor).
- $n$  = Número de conductores por fase.
- $X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $m\Omega/m$ .



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 22 de 112

Sistema trifásico:

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot R}$$

$$e = \frac{L \cdot P_c}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} + \frac{L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi}$$

Sistema monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi \cdot R}$$

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{K \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} + \frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi}$$

Las características generales de la red son:

Tensión: Trifásica 400 V, Monofásica 230 V.

Caída de tensión máxima: 5%

Cos  $\varphi$ : 0,8

Coefficiente de simultaneidad: 1

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

#### **Datos Generales:**

Tensión nominal:	400 V
Conductor:	
Material:	aluminio
Conductividad:	35 m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )
Caída de tensión admisible:	20 V (5%)
Factor de potencia (cos $\varphi$ ):	0,90

#### **Anillo 1:**

#### **CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA**

Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Potencia (Kw)
At2/1	1682,50	0,5	105,16
At2/4	1297,83	0,5	81,11

**Coeficiente de simultaneidad: 1,0**

**POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw): 186,27**



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 23 de 112	

### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L01 / L02
1	Cuadro BT	01 ST-1 L01	110,0	110,0	105,16	11567,60	L01
2	01 ST-1 L01	02 ST-1 L02	50,0	160,0	81,11	12977,60	L02
3	02 ST-1 L02	Cuadro BT	150,0	310,0			

<b>Longitud Total del anillo (m):</b>	310,00
<b>Potencia total (Kw):</b>	186,27
<b>Momento eléctrico en L01 (m*Kw):</b>	24545,20
<b>Potencia a alimentar desde L01 (Kw):</b>	105,16
<b>Potencia a alimentar desde L02 (Kw):</b>	81,11

### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO

LÍNEA L01	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L02	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	110,0	105,16	11567,60	Tramo 3	150,0	81,11	12166,50

<b>Potencia ramal L01 (Kw):</b>	105,16
<b>Momento ramal L01 (m*Kw):</b>	11567,60
<b>Longitud ramal L01 (m):</b>	110,00
<b>Intensidad nominal ramal L01 (A):</b>	168,65
<b>Sección mínima ramal L01 (mm²):</b>	25,27

<b>Potencia ramal L02 (Kw):</b>	81,11
<b>Momento ramal L02 (m*Kw):</b>	12166,50
<b>Longitud ramal L02 (m):</b>	150,00
<b>Intensidad nominal ramal L02 (A):</b>	130,08
<b>Sección mínima ramal L02 (mm²):</b>	26,66

<b>FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):</b>	298,73
--	--------

#### Factores de corrección de la intensidad nominal:

Temperatura del terreno:	0,96
Agrupación de cables o ternas:	0,85
Profundidad de instalación:	0,90

<b>INTENSIDAD NOMINAL (A):</b>	168,65
<b>INTENSIDAD DE DISEÑO (A):</b>	229,64
<b>LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):</b>	110,00
<b>SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):</b>	240,00
<b>LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):</b>	150,00
<b>SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):</b>	240,00



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 24 de 112	

#### CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:

Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L01: 110,0 m  
 Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L02: 150,0 m

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
Red (Scc=350 MVA)	---	4,571E-04
Transformador 400 KVA	---	1,600E-02
Línea L01	1,551E-02	1,012E-02
Línea L02	2,115E-02	1,380E-02

Intensidad máxima soportada por el conductor  
 durante un cortocircuito de 5 seg (A): 8157,18

Intensidad de sobrecarga línea L01 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	229,64	250,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	400,0	551,0	

Intensidad de sobrecarga línea L02 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	177,12	200,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	320,0	551,0	

	Intensidad de cortocircuito $I_{cc}$	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L01 (A):	8195,95	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L02 (A):	4635,80	16034,4
Intensidad nominal de los fusibles línea L01 (A):	250,00	
Intensidad nominal de los fusibles línea L02 (A):	200,00	

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²):	150
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 2 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 2 (mm²):	150



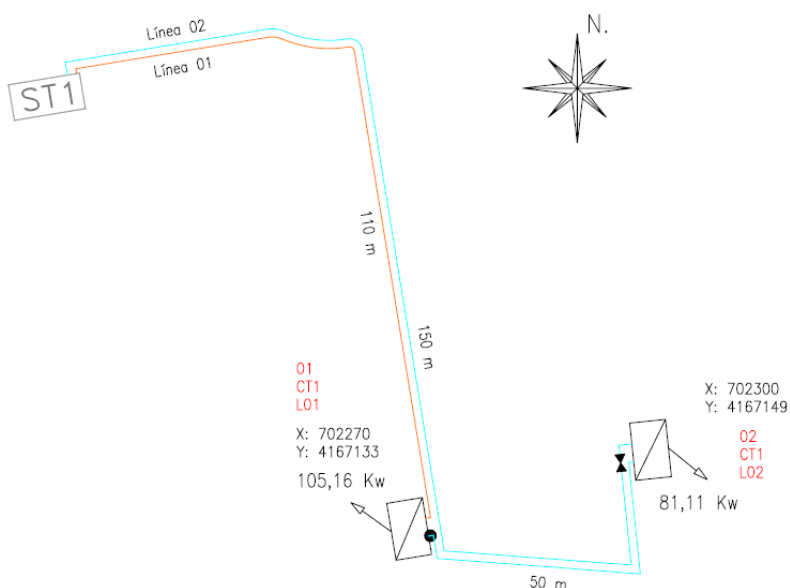
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 25 de 112

LONGITUD TOTAL ANILLO (m): 310,00  
 LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m): 930,00  
 LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m): 310,00

### CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

CUADRO N°	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-1 L01	105,16	110,0	11567,6		11567,6	3,4427	3,4427	0,8607
02 ST-1 L02	81,11	150,0	12166,5		12166,5	3,6210	3,6210	0,9052

### ESQUEMA ANILLO 1



### Anillo 2:

### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m²)	Edificabilidad (m²/m²)	Potencia (Kw)
At2/2	1368,66	0,5	85,54
At2/3	2064,18	0,5	129,01

Coeficiente de simultaneidad: 1,0

POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw): 214,55

### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
 Politécnica  
 de Cartagena

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 26 de 112	

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L03 / L04
1	Cuadro BT	01 ST-1 L03	140,0	140,0	129,01	18061,40	L03
2	01 ST-1 L03	02 ST-1 L04	90,0	230,0	85,54	19674,20	L04
3	02 ST-1 L04	Cuadro BT	60,0	290,0			

**Longitud Total del anillo (m):** 290,00  
**Potencia total (Kw):** 214,55  
**Momento eléctrico en L03 (m\*Kw):** 37735,60  
**Potencia a alimentar desde L03 (Kw):** 129,01  
**Potencia a alimentar desde L04 (Kw):** 85,54

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO

LÍNEA L03	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L04	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	140,0	129,01	18061,40	Tramo 3	60,0	85,54	5132,40
<b>Potencia ramal L03 (Kw):</b> 129,01 <b>Momento ramal L03 (m*Kw):</b> 18061,40 <b>Longitud ramal L03 (m):</b> 140,00 <b>Intensidad nominal ramal L03 (A):</b> 206,90 <b>Sección mínima ramal L03 (mm²):</b> 40,81				<b>Potencia ramal L04 (Kw):</b> 85,54 <b>Momento ramal L04 (m*Kw):</b> 5132,40 <b>Longitud ramal L04 (m):</b> 60,00 <b>Intensidad nominal ramal L04 (A):</b> 137,18 <b>Sección mínima ramal L04 (mm²):</b> 10,85			

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 344,08

**Factores de corrección de la intensidad nominal:**

Temperatura del terreno:	0,96
Agrupación de cables o ternas:	0,85
Profundidad de instalación:	0,90

**INTENSIDAD NOMINAL (A):** 206,90  
**INTENSIDAD DE DISEÑO (A):** 281,73  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):** 140,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):** 240,00  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):** 60,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):** 240,00

**CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:**



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 27 de 112	

Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L03: 140,0 m  
 Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L04: 60,0 m

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
Red (Scc=350 MVA)	---	4,571E-04
Transformador 400 KVA	---	1,600E-02
Línea L03	1,974E-02	1,288E-02
Línea L04	8,460E-03	5,520E-03

Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A): 8157,18

Intensidad de sobrecarga línea L03 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	281,73	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	504,0	551,0	

Intensidad de sobrecarga línea L04 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	186,80	200,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	320,0	551,0	

	Intensidad de cortocircuito lcc	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L03 (A):	7900,17	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L04 (A):	12222,47	16034,4
Intensidad nominal de los fusibles línea L03 (A):	315,00	
Intensidad nominal de los fusibles línea L04 (A):	200,00	

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²): 240  
 SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²): 150  
 SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 3 (mm²): 240  
 SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 3 (mm²): 150



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



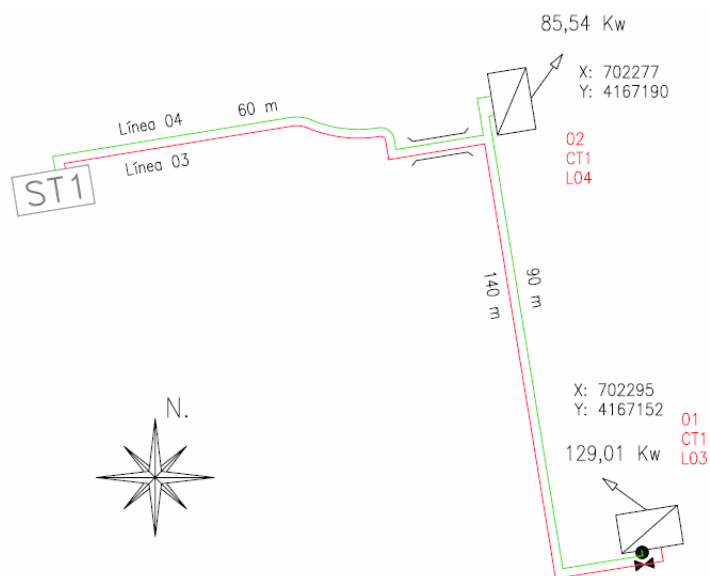
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 28 de 112

LONGITUD TOTAL ANILLO (m): 290,00  
 LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m): 870,00  
 LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m): 290,00

### CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

CUADRO Nº	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-1 L03	129,01	140,0	18061,4		18061,4	5,3754	5,3754	1,3439
02 ST-1 L04	85,54	60,0	5132,4		5132,4	1,5275	1,5275	0,3819

### ESQUEMA ANILLO 2



### Anillo 3:

### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m²)	Edificabilidad (m²/m²)	Potencia (Kw)
At1/1A	3033,25	0,5	189,58

Coeficiente de simultaneidad: 1,0

POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw): 189,58

### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 29 de 112	

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L11 / L12
1	Cuadro BT	01 ST-1 L11	100,0	100,0	94,79	9479,00	L11
2	01 ST-1 L11	02 ST-1 L12	50,0	150,0	94,79	14218,50	L12
3	02 ST-1 L12	Cuadro BT	60,0	210,0			

**Longitud Total del anillo (m):** 210,00  
**Potencia total (Kw):** 189,58  
**Momento eléctrico en L01 (m\*Kw):** 23697,50  
**Potencia a alimentar desde L11 (Kw):** 94,79  
**Potencia a alimentar desde L12 (Kw):** 94,79

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO

LÍNEA L11	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L12	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	100,0	94,79	9479,00	Tramo 3	60,0	94,79	5687,40

**Potencia ramal L11 (Kw):** 94,79  
**Momento ramal L11 (m\*Kw):** 9479,00  
**Longitud ramal L11 (m):** 100,00  
**Intensidad nominal ramal L11 (A):** 152,02  
**Sección mínima ramal L11 (mm²):** 20,49

**Potencia ramal L12 (Kw):** 94,79  
**Momento ramal L12 (m\*Kw):** 5687,40  
**Longitud ramal L12 (m):** 60,00  
**Intensidad nominal ramal L12 (A):** 152,02  
**Sección mínima ramal L12 (mm²):** 12,06

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 304,04

#### Factores de corrección de la intensidad nominal:

Temperatura del terreno:	0,96
Agrupación de cables o ternas:	0,85
Profundidad de instalación:	0,90

**INTENSIDAD NOMINAL (A):** 152,02  
**INTENSIDAD DE DISEÑO (A):** 207,00  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):** 100,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):** 240,00  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):** 60,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):** 240,00

#### CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 30 de 112	

Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L11: 100,0 m  
Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L12: 60,0 m

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
Red (Scc=350 MVA)	---	4,571E-04
Transformador 400 KVA	---	1,600E-02
Línea L11	1,410E-02	9,200E-03
Línea L12	8,460E-03	5,520E-03

Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A): 8157,18

Intensidad de sobrecarga línea L11 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	207,00	250,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	400,0	551,0	

Intensidad de sobrecarga línea L12 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	207,00	250,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	400,0	551,0	

	Intensidad de cortocircuito lcc	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L11 (A):	8126,50	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L12 (A):	13544,17	16034,4
Intensidad nominal de los fusibles línea L11 (A):	250,00	
Intensidad nominal de los fusibles línea L12 (A):	250,00	

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²): 240  
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²): 150  
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 2 (mm²): 240  
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 2 (mm²): 150



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



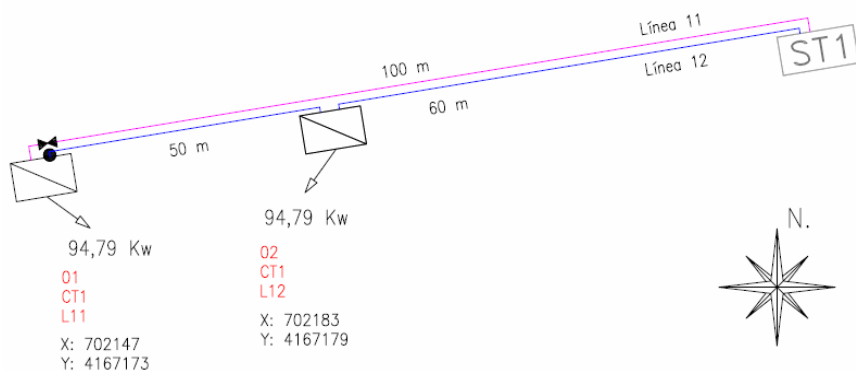
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 31 de 112

LONGITUD TOTAL ANILLO (m): 210,00  
 LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m): 630,00  
 LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m): 210,00

### CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

CUADRO N°	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-1 L11	94,79	100,0	9479,0		9479,0	2,8211	2,8211	0,7053
02 ST-1 L12	94,79	60,0	5687,4		5687,4	1,6927	1,6927	0,4232

### ESQUEMA ANILLO 3



### Anillo 4:

### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m²)	Edificabilidad (m²/m²)	Potencia (Kw)
At1/1B	1308,49	0,7	114,49
At1/1C	1588,69	0,5	99,29

Coeficiente de simultaneidad: 1,0

POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw): 213,79

### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L13 / L14
1	Cuadro BT	01 ST-1 L13	60,0	60,0	114,49	6869,40	L13
2	01 ST-1 L13	02 ST-1 L14	30,0	90,0	99,29	8936,10	L14
3	02 ST-1 L14	Cuadro BT	40,0	130,0			



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
 Politécnica  
 de Cartagena

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 32 de 112	

<b>Longitud Total del anillo (m):</b>	130,00
<b>Potencia total (Kw):</b>	213,78
<b>Momento eléctrico en L13 (m*Kw):</b>	15805,50
<b>Potencia a alimentar desde L13 (Kw):</b>	114,49
<b>Potencia a alimentar desde L14 (Kw):</b>	99,29

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO

LÍNEA L13	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L14	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	60,0	114,49	6869,40	Tramo 3	40,0	99,29	3971,60

<b>Potencia ramal L13 (Kw):</b>	114,49
<b>Momento ramal L13 (m*Kw):</b>	6869,40
<b>Longitud ramal L13 (m):</b>	60,00
<b>Intensidad nominal ramal L13 (A):</b>	183,61
<b>Sección mínima ramal L13 (mm²):</b>	14,65

<b>Potencia ramal L14 (Kw):</b>	99,29
<b>Momento ramal L14 (m*Kw):</b>	3971,60
<b>Longitud ramal L14 (m):</b>	40,00
<b>Intensidad nominal ramal L14 (A):</b>	159,24
<b>Sección mínima ramal L14 (mm²):</b>	8,35

<b>FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):</b>	342,85
--	--------

#### Factores de corrección de la intensidad nominal:

Temperatura del terreno:	0,96
Agrupación de cables o ternas:	0,85
Profundidad de instalación:	0,90

<b>INTENSIDAD NOMINAL (A):</b>	183,61
<b>INTENSIDAD DE DISEÑO (A):</b>	250,02
<b>LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):</b>	60,00
<b>SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):</b>	240,00
<b>LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):</b>	40,00
<b>SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):</b>	240,00

#### CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:

<b>Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L13:</b>	60,0 m
<b>Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L14:</b>	40,0 m





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 33 de 112

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
Red (Scc=350 MVA)	---	4,571E-04
Transformador 400 KVA	---	1,600E-02
Línea L13	8,460E-03	5,520E-03
Línea L14	5,640E-03	3,680E-03

Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A): 8157,18

Intensidad de sobrecarga línea L13 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal (I <sub>b</sub> )	Intensidad del fusible (I <sub>f</sub> )	Intensidad del cable (I <sub>z</sub> )
	250,02	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	<b>1,60 · I<sub>f</sub></b> 504,0	<b>1,45 · I<sub>z</sub></b> 551,0	

Intensidad de sobrecarga línea L14 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal (I <sub>b</sub> )	Intensidad del fusible (I <sub>f</sub> )	Intensidad del cable (I <sub>z</sub> )
	216,83	250,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	<b>1,60 · I<sub>f</sub></b> 400,0	<b>1,45 · I<sub>z</sub></b> 551,0	

	Intensidad de cortocircuito I <sub>cc</sub>	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L13 (A):	16359,03	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L14 (A):	21280,74	16034,4
Intensidad nominal de los fusibles línea L13 (A):	315,00	
Intensidad nominal de los fusibles línea L14 (A):	250,00	

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²):	150
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 3 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 3 (mm²):	150

LONGITUD TOTAL ANILLO (m):	130,00
LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m):	390,00
LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m):	130,00

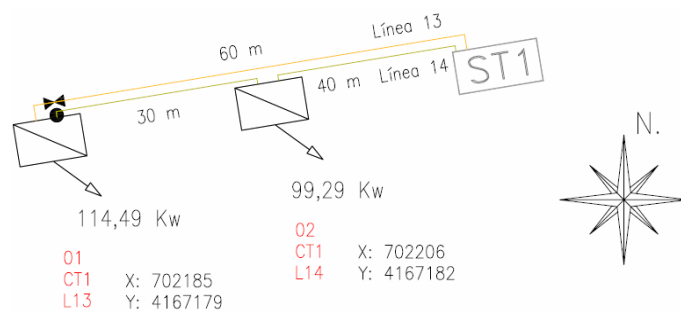


PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 34 de 112

### CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

CUADRO Nº	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-1 L13	114,49	60,0	6869,4		6869,4	2,0445	2,0445	0,5111
02 ST-1 L14	99,29	40,0	3971,6		3971,6	1,1820	1,1820	0,2955

### ESQUEMA ANILLO 4



### Anillo 5:

### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m²)	Edificabilidad (m²/m²)	Potencia (Kw)
At1/2B	8482,38	0,25	265,07

Coeficiente de simultaneidad: **1,0**

**POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw): 265,07**

### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L01 / L02
1	Cuadro BT	01 ST-2 L01	210,0	210,0	135,07	28364,70	L01
2	01 ST-2 L01	02 ST-2 L02	90,0	300,0	130,00	39000,00	L02
3	02 ST-2 L02	Cuadro BT	130,0	430,0			

Longitud Total del anillo (m): 430,00  
 Potencia total (Kw): 265,07  
 Momento eléctrico en L01 (m\*Kw): 67364,70  
 Potencia a alimentar desde L01 (Kw): 135,07  
 Potencia a alimentar desde L02 (Kw): 130,00

### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 35 de 112

LÍNEA L01	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L02	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	210,0	135,07	28364,70	Tramo 3	130,0	130,00	16900,00

**Potencia ramal L01 (Kw):** 135,07  
**Momento ramal L01 (m\*Kw):** 28364,70  
**Longitud ramal L01 (m):** 210,00  
**Intensidad nominal ramal L01 (A):** 216,62  
**Sección mínima ramal L01 (mm²):** 67,80

**Potencia ramal L02 (Kw):** 130,00  
**Momento ramal L02 (m\*Kw):** 16900,00  
**Longitud ramal L02 (m):** 130,00  
**Intensidad nominal ramal L02 (A):** 208,49  
**Sección mínima ramal L02 (mm²):** 37,95

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 425,11

**Factores de corrección de la intensidad nominal:**

Temperatura del terreno: 0,96  
 Agrupación de cables o ternas: 0,85  
 Profundidad de instalación: 0,90

**INTENSIDAD NOMINAL (A):** 208,49  
**INTENSIDAD DE DISEÑO (A):** 283,89  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):** 210,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):** 240,00  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):** 130,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):** 240,00

#### CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:

**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L01:** 210,0 m  
**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L02:** 130,0 m

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
<b>Red (Scc=350 MVA)</b>	---	4,571E-04
<b>Transformador 400 KVA</b>	---	1,600E-02
<b>Línea L01</b>	2,961E-02	1,932E-02
<b>Línea L02</b>	1,833E-02	1,196E-02

**Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A):** 8157,18



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 36 de 112	

**Intensidad de sobrecarga línea L01 (A):**

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	294,96	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	504,0	551,0	

**Intensidad de sobrecarga línea L02 (A):**

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	283,89	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	504,0	551,0	

	Intensidad de cortocircuito $I_{cc}$	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L01 (A):	5514,18	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L02 (A):	8573,16	16034,4
Intensidad nominal de los fusibles línea L01 (A):	315,00	
Intensidad nominal de los fusibles línea L02 (A):	315,00	

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²):	150
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 2 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 2 (mm²):	150

LONGITUD TOTAL ANILLO (m):	430,00
LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m):	1290,00
LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m):	430,00

**CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN**

CUADRO N°	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-2 L01	135,07	210,0	28364,7		28364,7	8,4419	8,4419	2,1105
02 ST-2 L02	130,00	130,0	16900,0		16900,0	5,0298	5,0298	1,2574

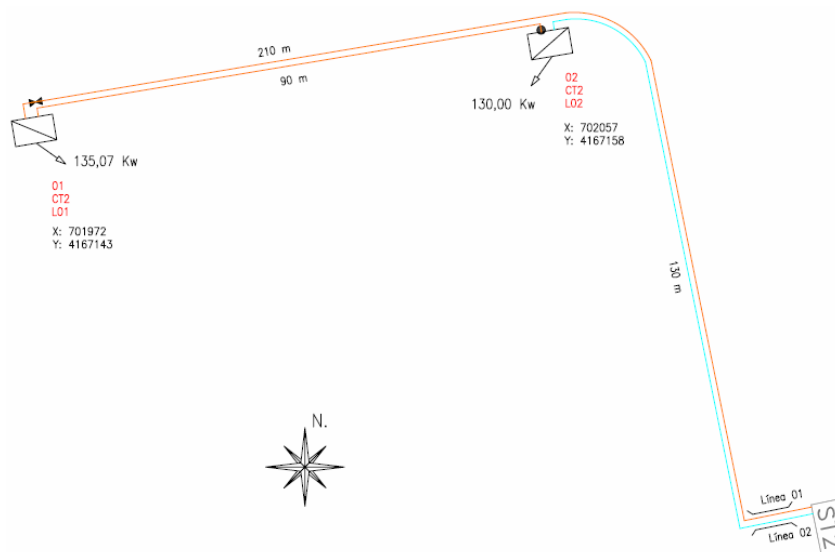


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

### ESQUEMA ANILLO 5



#### Anillo 6:

#### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Potencia (Kw)
At1/2C	4127,19	0,5	257,95

Coefficiente de simultaneidad: **1,0**

**POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw): 257,95**

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L03 / L04
1	Cuadro BT	01 ST-2 L03	50,0	50,0	128,98	6448,75	L03
2	01 ST-2 L03	02 ST-2 L04	55,0	105,0	128,98	13542,38	L04
3	02 ST-2 L04	Cuadro BT	95,0	200,0			

Longitud Total del anillo (m): 200,00  
 Potencia total (Kw): 257,95  
 Momento eléctrico en L03 (m\*Kw): 19991,13  
 Potencia a alimentar desde L03 (Kw): 128,98  
 Potencia a alimentar desde L04 (Kw): 128,98

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
 Politécnica  
 de Cartagena

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 38 de 112

LÍNEA L03	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L04	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	50,0	128,98	6448,75	Tramo 3	95,0	128,98	12252,63

**Potencia ramal L03 (Kw):** 128,98  
**Momento ramal L03 (m\*Kw):** 6448,75  
**Longitud ramal L03 (m):** 50,00  
**Intensidad nominal ramal L03 (A):** 206,84  
**Sección mínima ramal L03 (mm²):** 13,73

**Potencia ramal L04 (Kw):** 128,98  
**Momento ramal L04 (m\*Kw):** 12252,63  
**Longitud ramal L04 (m):** 95,00  
**Intensidad nominal ramal L04 (A):** 206,84  
**Sección mínima ramal L04 (mm²):** 26,86

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 413,69

**Factores de corrección de la intensidad nominal:**

Temperatura del terreno: 0,96  
 Agrupación de cables o ternas: 0,85  
 Profundidad de instalación: 0,90

**INTENSIDAD NOMINAL (A):** 206,84  
**INTENSIDAD DE DISEÑO (A):** 281,65  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):** 50,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):** 240,00  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):** 95,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):** 240,00

#### CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:

**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L03:** 50,0 m  
**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L04:** 95,0 m

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
<b>Red (Scc=350 MVA)</b>	---	4,571E-04
<b>Transformador 400 KVA</b>	---	1,600E-02
<b>Línea L03</b>	7,050E-03	4,600E-03
<b>Línea L04</b>	1,340E-02	8,740E-03

**Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A):** 8157,18



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 39 de 112	

**Intensidad de sobrecarga línea L03 (A):**

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal (I <sub>b</sub> )	Intensidad del fusible (I <sub>f</sub> )	Intensidad del cable (I <sub>z</sub> )
	281,65	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	<b>1,60 · I<sub>f</sub></b> 504,0	<b>1,45 · I<sub>z</sub></b> 551,0	

**Intensidad de sobrecarga línea L04 (A):**

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal (I <sub>b</sub> )	Intensidad del fusible (I <sub>f</sub> )	Intensidad del cable (I <sub>z</sub> )
	281,65	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	<b>1,60 · I<sub>f</sub></b> 504,0	<b>1,45 · I<sub>z</sub></b> 551,0	

	Intensidad de cortocircuito I <sub>cc</sub>	Intensidad de cortocircuito admisible
<b>Intensidad de cortocircuito línea L03 (A):</b>	22114,48	16034,4
<b>Intensidad de cortocircuito línea L04 (A):</b>	11639,20	16034,4
<b>Intensidad nominal de los fusibles línea L03 (A):</b>	315,00	
<b>Intensidad nominal de los fusibles línea L04 (A):</b>	315,00	

<b>SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²):</b>	240
<b>SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²):</b>	150
<b>SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 3 (mm²):</b>	240
<b>SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 3 (mm²):</b>	150

<b>LONGITUD TOTAL ANILLO (m):</b>	200,00
<b>LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m):</b>	600,00
<b>LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m):</b>	200,00

**CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN**

CUADRO N°	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-2 L03	128,98	50,0	6448,8		6448,8	1,9193	1,9193	0,4798
02 ST-2 L04	128,98	95,0	12252,6		12252,6	3,6466	3,6466	0,9117



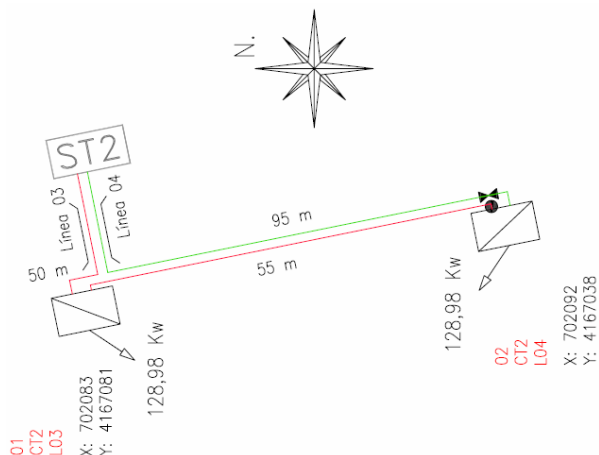
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 40 de 112

### ESQUEMA ANILLO 6



#### Anillo 7:

#### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Potencia (Kw)
At1/2D	1800,25	0,5	112,52
At1/2E	13595,93	0,5	849,75

**Coefficiente de simultaneidad:** **1,0**

**POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw): 255,74**

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L11 / L12
1	Cuadro BT	01 ST-2 L11	95,0	95,0	112,52	10689,40	L11
2	01 ST-2 L11	02 ST-2 L12	50,0	145,0	143,22	20767,52	L12
3	02 ST-2 L12	Cuadro BT	130,0	275,0			

**Longitud Total del anillo (m):** 275,00  
**Potencia total (Kw):** 255,74  
**Momento eléctrico en L11 (m\*Kw):** 31456,92  
**Potencia a alimentar desde L11 (Kw):** 112,52  
**Potencia a alimentar desde L12 (Kw):** 143,22

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 41 de 112	

LÍNEA L11	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L12	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	95,0	112,52	10689,40	Tramo 3	130,0	143,22	18619,16

**Potencia ramal L11 (Kw):** 112,52  
**Momento ramal L11 (m\*Kw):** 10689,40  
**Longitud ramal L11 (m):** 95,00  
**Intensidad nominal ramal L11 (A):** 180,45  
**Sección mínima ramal L11 (mm²):** 23,24

**Potencia ramal L12 (Kw):** 143,22  
**Momento ramal L12 (m\*Kw):** 18619,16  
**Longitud ramal L12 (m):** 130,00  
**Intensidad nominal ramal L12 (A):** 229,70  
**Sección mínima ramal L12 (mm²):** 42,20

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 410,15

**Factores de corrección de la intensidad nominal:**

Temperatura del terreno: 0,96  
 Agrupación de cables o ternas: 0,85  
 Profundidad de instalación: 0,90

**INTENSIDAD NOMINAL (A):** 180,45  
**INTENSIDAD DE DISEÑO (A):** 245,72  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):** 95,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):** 240,00  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):** 130,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):** 240,00

#### CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:

**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L11:** 95,0 m  
**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L12:** 130,0 m

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
Red (Scc=350 MVA)	---	4,571E-04
Transformador 400 KVA	---	1,600E-02
Línea L11	1,340E-02	8,740E-03
Línea L12	1,833E-02	1,196E-02

**Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A):** 8157,18



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 42 de 112	

#### Intensidad de sobrecarga línea L11 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	245,72	250,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	<b>1,60 · <math>I_f</math></b> 400,0	<b>1,45 · <math>I_z</math></b> 551,0	

#### Intensidad de sobrecarga línea L12 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	312,77	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	<b>1,60 · <math>I_f</math></b> 504,0	<b>1,45 · <math>I_z</math></b> 551,0	

	Intensidad de cortocircuito $I_{cc}$	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L11 (A):	10154,24	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L12 (A):	9445,27	16034,4
Intensidad nominal de los fusibles línea L11 (A):	250,00	
Intensidad nominal de los fusibles línea L12 (A):	315,00	

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²):	150
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 2 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 2 (mm²):	150

LONGITUD TOTAL ANILLO (m):	275,00
LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m):	825,00
LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m):	275,00

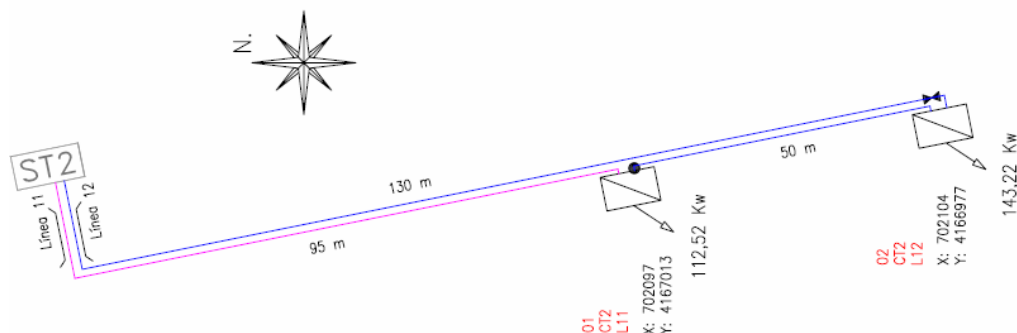
#### CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

CUADRO N°	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-2 L11	112,52	95,0	10689,4		10689,4	3,1814	3,1814	0,7953
02 ST-2 L12	143,22	130,0	18619,2		18619,2	5,5414	5,5414	1,3854



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 43 de 112

### ESQUEMA ANILLO 7



#### Anillo 8:

#### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Potencia (Kw)
At1/2E	13595,93	0,5	849,75
JAR/4			9,21

**Coeficiente de simultaneidad:** **1,0**

**POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw): 286,06**

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L13 / L14
1	Cuadro BT	01 ST-2 L13	170,0	170,0	143,22	24348,13	L13
2	01 ST-2 L13	02 ST-2 L14	80,0	250,0	133,62	33406,07	L14
3	02 ST-2 L14	03 ST-2 L14	270,0	520,0	9,21	4789,20	L14
4	03 ST-2 L14	Cuadro BT	30,0	550,0			

**Longitud Total del anillo (m):** 550,00  
**Potencia total (Kw):** 286,06  
**Momento eléctrico en L13 (m\*Kw):** 57754,19  
**Potencia a alimentar desde L13 (Kw):** 143,22  
**Potencia a alimentar desde L14 (Kw):** 142,83

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 44 de 112	

LÍNEA L13	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L14	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	170,0	143,22	24348,13	Tramo 4	30,0	9,21	276,30
				Tramo 3	300,0	133,62	40087,28

**Potencia ramal L13 (Kw):** 143,22  
**Momento ramal L13 (m\*Kw):** 24348,13  
**Longitud ramal L13 (m):** 170,00  
**Intensidad nominal ramal L13 (A):** 229,70  
**Sección mínima ramal L13 (mm²):** 56,92

**Potencia ramal L14 (Kw):** 142,83  
**Momento ramal L14 (m\*Kw):** 40363,58  
**Longitud ramal L14 (m):** 300,00  
**Intensidad nominal ramal L14 (A):** 229,07  
**Sección mínima ramal L14 (mm²):** 111,49

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 458,77

**Factores de corrección de la intensidad nominal:**

Temperatura del terreno: 0,96  
 Agrupación de cables o ternas: 0,85  
 Profundidad de instalación: 0,90

**INTENSIDAD NOMINAL (A):** 229,70  
**INTENSIDAD DE DISEÑO (A):** 312,77  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):** 170,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):** 240,00  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 4 (m):** 300,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 4 (mm²):** 240,00

**CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:**

**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L13:** 170,0 m  
**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L14:** 282,6 m

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
Red (Scc=350 MVA)	---	4,571E-04
Transformador 400 KVA	---	1,600E-02
Línea L13	2,397E-02	1,564E-02
Línea L14	3,985E-02	2,600E-02

**Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A):** 8157,18



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 45 de 112	

**Intensidad de sobrecarga línea L13 (A):**

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	312,77	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	504,0	551,0	

**Intensidad de sobrecarga línea L14 (A):**

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	311,92	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	504,0	551,0	

	Intensidad de cortocircuito $I_{cc}$	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L13 (A):	7222,85	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L14 (A):	4333,28	16034,4
Intensidad nominal de los fusibles línea L13 (A):	315,00	
Intensidad nominal de los fusibles línea L14 (A):	315,00	

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²):	150
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 4 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 4 (mm²):	150

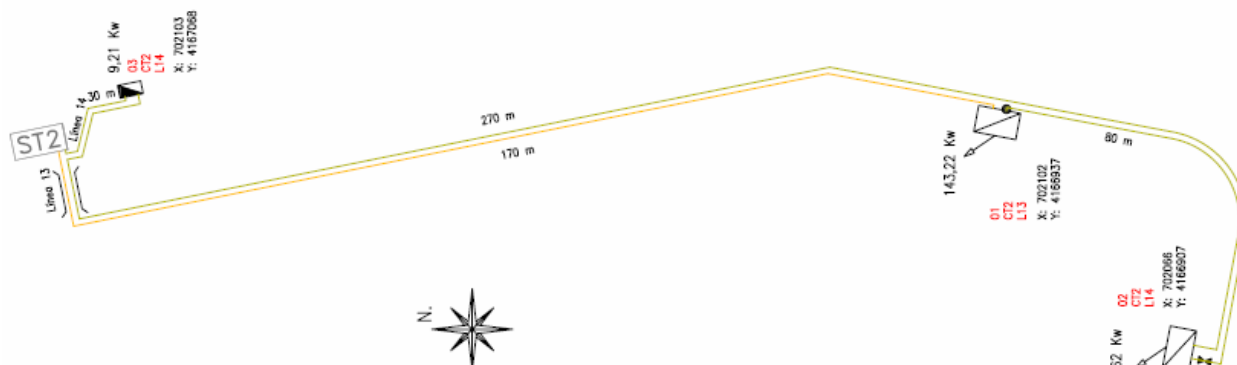
LONGITUD TOTAL ANILLO (m):	550,00
LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m):	1650,00
LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m):	550,00

**CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN**

CUADRO Nº	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-2 L13	143,22	170,0	24348,1		24348,1	7,2465	7,2465	1,8116
03 ST-2 L14	142,83	30,0	4285,0		4285,0	1,2753	1,2753	0,3188
02 ST-1 L14	133,62	270,0	36078,6	4285,0	40363,6	10,7377	10,7377	2,6844



### ESQUEMA ANILLO 8



### Anillo 9:

#### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Potencia (Kw)
At1/2E	13595,93	0,5	849,75

Coefficiente de simultaneidad: 1,0

POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw): 286,45

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L01 / L02
1	Cuadro BT	01 ST-3 L01	45,0	45,0	143,22	6445,09	L01
2	01 ST-3 L01	02 ST-3 L02	75,0	120,0	143,22	17186,91	L02
3	02 ST-3 L02	Cuadro BT	40,0	160,0			

Longitud Total del anillo (m): 160,00  
 Potencia total (Kw): 286,45  
 Momento eléctrico en L01 (m\*Kw): 23632,00  
 Potencia a alimentar desde L01 (Kw): 143,22  
 Potencia a alimentar desde L02 (Kw): 143,22

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO

LÍNEA L01	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L02	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	45,0	143,22	6445,09	Tramo 3	40,0	143,22	5728,97

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 47 de 112

**Potencia ramal L01 (Kw):** 143,22  
**Momento ramal L01 (m\*Kw):** 6445,09  
**Longitud ramal L01 (m):** 45,00  
**Intensidad nominal ramal L01 (A):** 229,70  
**Sección mínima ramal L01 (mm²):** 13,72

**Potencia ramal L02 (Kw):** 143,22  
**Momento ramal L02 (m\*Kw):** 5728,97  
**Longitud ramal L02 (m):** 40,00  
**Intensidad nominal ramal L02 (A):** 229,70  
**Sección mínima ramal L02 (mm²):** 12,15

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 459,39

**Factores de corrección de la intensidad nominal:**

Temperatura del terreno: 0,96  
 Agrupación de cables o ternas: 0,85  
 Profundidad de instalación: 0,90

**INTENSIDAD NOMINAL (A):** 229,70  
**INTENSIDAD DE DISEÑO (A):** 312,77  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):** 45,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):** 240,00  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):** 40,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):** 240,00

**CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:**

**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L01:** 45,0 m  
**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L02:** 40,0 m

	<b>Resistencia</b> (ohmios)	<b>Reactancia</b> (ohmios)
<b>Red (Scc=350 MVA)</b>	---	4,571E-04
<b>Transformador 630 KVA</b>	---	1,016E-02
<b>Línea L01</b>	6,345E-03	4,140E-03
<b>Línea L02</b>	5,640E-03	3,680E-03

**Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A):** 8157,18

**Intensidad de sobrecarga línea L01 (A):**

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	312,77	315,00	380,00



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 48 de 112	

2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	1,60- $I_f$ 504,0	1,45- $I_z$ 551,0
---------------------------------------	----------------------	----------------------

Intensidad de sobrecarga línea L02 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ ) 312,77	Intensidad del fusible ( $I_f$ ) 315,00	Intensidad del cable ( $I_z$ ) 380,00
-----------------------	---	---	---

2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	1,60- $I_f$ 504,0	1,45- $I_z$ 551,0
---------------------------------------	----------------------	----------------------

	Intensidad de cortocircuito lcc	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L01 (A):	27286,34	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L02 (A):	30697,13	16034,4
Intensidad nominal de los fusibles línea L01 (A):	315,00	
Intensidad nominal de los fusibles línea L02 (A):	315,00	

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²):	150
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 2 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 2 (mm²):	150

LONGITUD TOTAL ANILLO (m):	160,00
LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m):	480,00
LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m):	160,00

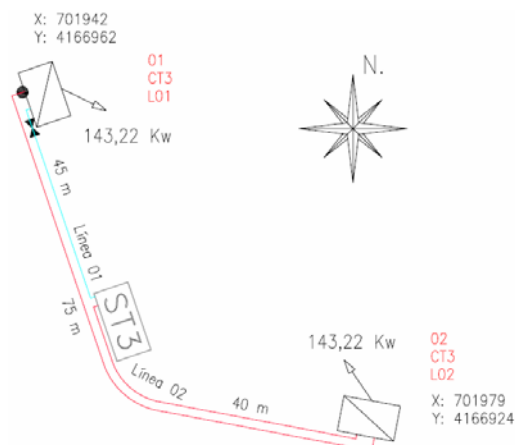
#### CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

CUADRO Nº	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo ( $m \cdot Kw$ )	Momento acumulado ( $m \cdot Kw$ )	Momento Total ( $m \cdot Kw$ )	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-3 L01	143,22	45,0	6445,1		6445,1	1,9182	1,9182	0,4795
02 ST-3 L02	143,22	40,0	5729,0		5729,0	1,7051	1,7051	0,4263



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 49 de 112

### ESQUEMA ANILLO 9



#### Anillo 10:

#### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Potencia (Kw)
At1/3C	4596,01	0,5	287,25

**Coeficiente de simultaneidad:** **1,0**

**POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw):** **287,25**

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L03 / L04
1	Cuadro BT	01 ST-3 L03	275,0	275,0	143,63	39496,96	L03
2	01 ST-3 L03	02 ST-3 L04	40,0	315,0	143,63	45241,97	L04
3	02 ST-3 L04	Cuadro BT	245,0	560,0			

**Longitud Total del anillo (m):** 560,00  
**Potencia total (Kw):** 287,25  
**Momento eléctrico en L03 (m\*Kw):** 84738,93  
**Potencia a alimentar desde L03 (Kw):** 143,63  
**Potencia a alimentar desde L04 (Kw):** 143,63

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO

LÍNEA L03	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L04	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	275,0	143,63	39496,96	Tramo 3	245,0	143,63	35188,20



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 50 de 112	

**Potencia ramal L03 (Kw):** 143,63  
**Momento ramal L03 (m\*Kw):** 39496,96  
**Longitud ramal L03 (m):** 275,00  
**Intensidad nominal ramal L03 (A):** 230,34  
**Sección mínima ramal L03 (mm²):** 100,71

**Potencia ramal L04 (Kw):** 143,63  
**Momento ramal L04 (m\*Kw):** 35188,20  
**Longitud ramal L04 (m):** 245,00  
**Intensidad nominal ramal L04 (A):** 230,34  
**Sección mínima ramal L04 (mm²):** 87,46

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 460,68

**Factores de corrección de la intensidad nominal:**

**Temperatura del terreno:** 0,96  
**Agrupación de cables o ternas:** 0,85  
**Profundidad de instalación:** 0,90

**INTENSIDAD NOMINAL (A):** 230,34  
**INTENSIDAD DE DISEÑO (A):** 313,64  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):** 275,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):** 240,00  
**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):** 245,00  
**SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):** 240,00

**CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:**

**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L03:** 275,0 m  
**Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L04:** 245,0 m

	<b>Resistencia</b> (ohmios)	<b>Reactancia</b> (ohmios)
<b>Red (Scc=350 MVA)</b>	---	4,571E-04
<b>Transformador 630 KVA</b>	---	1,016E-02
<b>Línea L03</b>	3,878E-02	2,530E-02
<b>Línea L04</b>	3,455E-02	2,254E-02

**Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A):** 8157,18

**Intensidad de sobrecarga línea L03 (A):**

<b>1º) <math>I_b &lt; I_f &lt; I_z</math></b>	<b>Intensidad nominal (I<sub>b</sub>)</b>	<b>Intensidad del fusible (I<sub>f</sub>)</b>	<b>Intensidad del cable (I<sub>z</sub>)</b>
	313,64	315,00	380,00



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 51 de 112

2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	1,60- $I_f$ 504,0	1,45- $I_z$ 551,0
---------------------------------------	----------------------	----------------------

Intensidad de sobrecarga línea L04 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ ) 313,64	Intensidad del fusible ( $I_f$ ) 315,00	Intensidad del cable ( $I_z$ ) 380,00
-----------------------	---	---	---

2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	1,60- $I_f$ 504,0	1,45- $I_z$ 551,0
---------------------------------------	----------------------	----------------------

	Intensidad de cortocircuito $I_{cc}$	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L03 (A):	4477,54	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L04 (A):	5025,81	16034,4

Intensidad nominal de los fusibles línea L03 (A):	315,00
Intensidad nominal de los fusibles línea L04 (A):	315,00

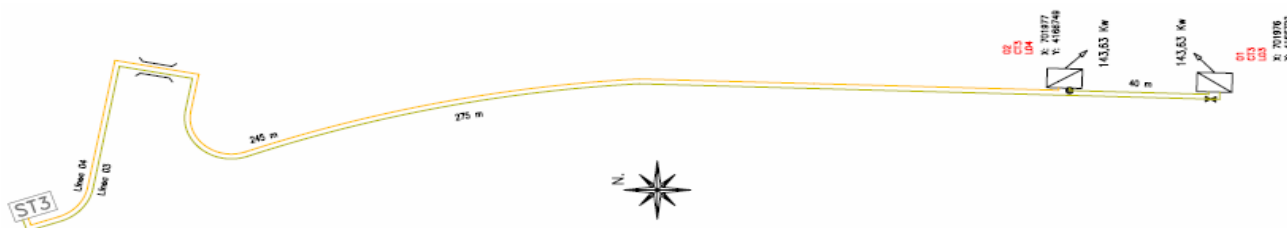
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²):	150
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 3 (mm²):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 3 (mm²):	150

LONGITUD TOTAL ANILLO (m):	560,00
LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m):	1680,00
LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m):	560,00

### CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

CUADRO N°	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-3 L03	143,63	275,0	39497,0		39497,0	11,7551	11,7551	2,9388
02 ST-3 L04	143,63	245,0	35188,2		35188,2	10,4727	10,4727	2,6182

### ESQUEMA ANILLO 10



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 52 de 112	

### Anillo 11:

#### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Potencia (Kw)
At1/3A	5646,02	0,5	352,88

**Coeficiente de simultaneidad:** 1,0

**POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw):** 235,25

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L11 / L12
1	Cuadro BT	01 ST-3 L11	200,0	200,0	117,63	23525,08	L11
2	01 ST-3 L11	02 ST-3 L12	90,0	290,0	117,63	34111,37	L12
3	02 ST-3 L12	Cuadro BT	120,0	410,0			

**Longitud Total del anillo (m):** 410,00  
**Potencia total (Kw):** 235,25  
**Momento eléctrico en L01 (m\*Kw):** 57636,45  
**Potencia a alimentar desde L11 (Kw):** 117,63  
**Potencia a alimentar desde L12 (Kw):** 117,63

#### FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO

LÍNEA L11	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L12	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	200,0	117,63	23525,08	Tramo 3	120,0	117,63	14115,05

**Potencia ramal L11 (Kw):** 117,63  
**Momento ramal L11 (m\*Kw):** 23525,08  
**Longitud ramal L11 (m):** 200,00  
**Intensidad nominal ramal L11 (A):** 188,64  
**Sección mínima ramal L11 (mm<sup>2</sup>):** 54,75

**Potencia ramal L12 (Kw):** 117,63  
**Momento ramal L12 (m\*Kw):** 14115,05  
**Longitud ramal L12 (m):** 120,00  
**Intensidad nominal ramal L12 (A):** 188,64  
**Sección mínima ramal L12 (mm<sup>2</sup>):** 31,24

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 377,28



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 53 de 112

**Factores de corrección de la intensidad nominal:**

Temperatura del terreno:	0,96
Agrupación de cables o ternas:	0,85
Profundidad de instalación:	0,90

INTENSIDAD NOMINAL (A):	188,64
INTENSIDAD DE DISEÑO (A):	256,87
LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):	200,00
SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm²):	240,00
LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):	120,00
SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm²):	240,00

**CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:**

Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L11:	200,0 m
Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L12:	120,0 m

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
Red (Scc=350 MVA)	---	4,571E-04
Transformador 400 KVA	---	1,600E-02
Línea L11	2,820E-02	1,840E-02
Línea L12	1,692E-02	1,104E-02

Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A): 8157,18

**Intensidad de sobrecarga línea L11 (A):**

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	256,87	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	504,0	551,0	

**Intensidad de sobrecarga línea L12 (A):**

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	256,87	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	504,0	551,0	



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 54 de 112

	Intensidad de cortocircuito lcc	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L11 (A):	5042,11	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L12 (A):	8403,52	16034,4

Intensidad nominal de los fusibles línea L11 (A):	315,00
Intensidad nominal de los fusibles línea L12 (A):	315,00

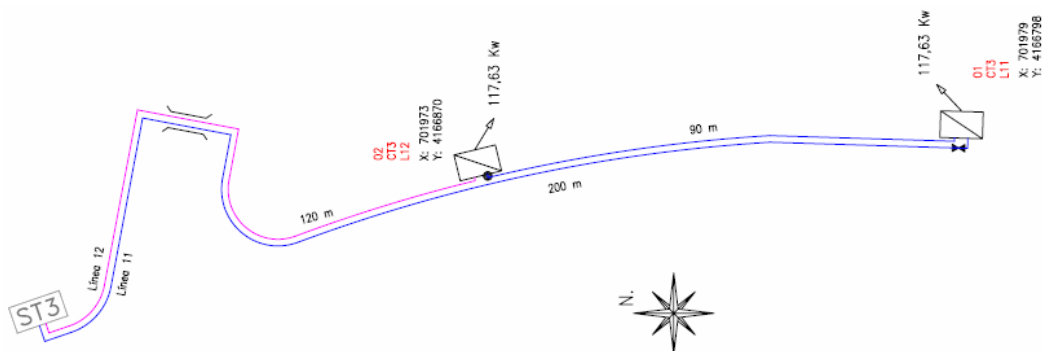
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm <sup>2</sup> ):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm <sup>2</sup> ):	150
SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 2 (mm <sup>2</sup> ):	240
SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 2 (mm <sup>2</sup> ):	150

LONGITUD TOTAL ANILLO (m):	410,00
LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m):	1230,00
LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m):	410,00

#### CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

CUADRO N°	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-3 L11	117,63	200,0	23525,1		23525,1	7,0015	7,0015	1,7504
02 ST-3 L12	117,63	120,0	14115,1		14115,1	4,2009	4,2009	1,0502

#### ESQUEMA ANILLO 11



#### Anillo 12:

#### CÁLCULO DE LA POTENCIA DEMANDADA

Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Potencia (Kw)
At1/2E	13595,93	0,5	849,75
At1/3A	5646,02	0,5	352,88



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 55 de 112	

**Coeficiente de simultaneidad:** **1,0**

**POTENCIA TOTAL DEMANDADA (kw):** **260,85**

#### **FUNCIONAMIENTO EN ANILLO CERRADO**

TRAMO	Nudo origen	Nudo destino	Longitud del tramo (m)	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico en CT (m*Kw)	L13 / L14
<b>1</b>	Cuadro BT	01 ST-3 L13	100,0	100,0	117,63	14322,43	L13
<b>2</b>	01 ST-3 L13	02 ST-3 L14	50,0	150,0	143,22	17643,81	L14
<b>3</b>	02 ST-3 L14	Cuadro BT	90,0	240,0			

**Longitud Total del anillo (m):** 240,00

**Potencia total (Kw):** 117,63

**Momento eléctrico en L13 (m\*Kw):** 31966,24

**Potencia a alimentar desde L13 (Kw):** 143,22

**Potencia a alimentar desde L14 (Kw):** 117,63

#### **FUNCIONAMIENTO EN ANILLO ABIERTO**

LÍNEA L13	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)	LÍNEA L14	Longitud acumulada (m)	Potencia (Kw)	Momento eléctrico (m*Kw)
Tramo 1	100,0	143,22	14322,43	Tramo 3	90,0	117,63	10586,29

**Potencia ramal L13 (Kw):** 143,22

**Momento ramal L13 (m\*Kw):** 14322,43

**Longitud ramal L13 (m):** 100,00

**Intensidad nominal ramal L13 (A):** 229,70

**Sección mínima ramal L13 (mm²):** 31,73

**Potencia ramal L14 (Kw):** 117,63

**Momento ramal L14 (m\*Kw):** 10586,29

**Longitud ramal L14 (m):** 90,00

**Intensidad nominal ramal L14 (A):** 188,64

**Sección mínima ramal L14 (mm²):** 23,01

**FUNCIONAMIENTO DE EMERGENCIA (A):** 418,34

**Factores de corrección de la intensidad nominal:**

Temperatura del terreno: 0,96

Agrupación de cables o ternas: 0,85

Profundidad de instalación: 0,90

**INTENSIDAD NOMINAL (A):** 229,70

**INTENSIDAD DE DISEÑO (A):** 312,77

**LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 1 (m):** 100,00



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 56 de 112

SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 1 (mm <sup>2</sup> ):	240,00
LONGITUD DE CÁLCULO TRAMO 3 (m):	90,00
SECCIÓN DE CÁLCULO TRAMO 3 (mm <sup>2</sup> ):	240,00

#### CÁLCULO DE LAS LÍNEAS A CORTOCIRCUITO:

Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L13:	100,0 m
Punto del centro de gravedad de las cargas de la línea L14:	90,0 m

	Resistencia (ohmios)	Reactancia (ohmios)
Red (Scc=350 MVA)	---	4,571E-04
Transformador 400 KVA	---	1,600E-02
Línea L13	1,410E-02	9,200E-03
Línea L14	1,269E-02	8,280E-03

Intensidad máxima soportada por el conductor durante un cortocircuito de 5 seg (A): 8157,18

#### Intensidad de sobrecarga línea L13 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	312,77	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	504,0	551,0	

#### Intensidad de sobrecarga línea L14 (A):

1º) $I_b < I_f < I_z$	Intensidad nominal ( $I_b$ )	Intensidad del fusible ( $I_f$ )	Intensidad del cable ( $I_z$ )
	256,87	315,00	380,00
2º) $1,60 \cdot I_f < 1,45 \cdot I_z$	$1,60 \cdot I_f$	$1,45 \cdot I_z$	
	504,0	551,0	

	Intensidad de cortocircuito $I_{cc}$	Intensidad de cortocircuito admisible
Intensidad de cortocircuito línea L13 (A):	12278,85	16034,4
Intensidad de cortocircuito línea L14 (A):	11204,69	16034,4

Intensidad nominal de los fusibles línea L13 (A):	315,00
Intensidad nominal de los fusibles línea L14 (A):	315,00



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 57 de 112

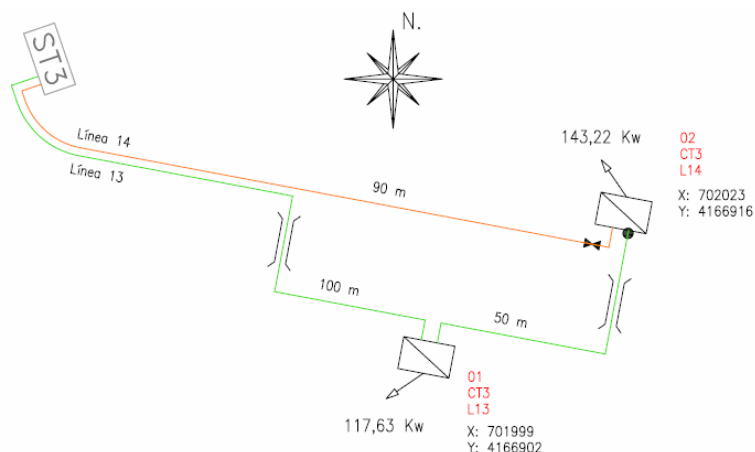
<b>SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 1 (mm²):</b>	240
<b>SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 1 (mm²):</b>	150
<b>SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE TRAMO 3 (mm²):</b>	240
<b>SECCIÓN CONDUCTOR NEUTRO TRAMO 3 (mm²):</b>	150

<b>LONGITUD TOTAL ANILLO (m):</b>	240,00
<b>LONGITUD TOTAL CONDUCTOR FASE (m):</b>	720,00
<b>LONGITUD CONDUCTOR NEUTRO (m):</b>	240,00

#### CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

CUADRO N°	Potencia (Kw)	Longitud acumulada (m)	Momento tramo (m*Kw)	Momento acumulado (m*Kw)	Momento Total (m*Kw)	Caída de Tensión del tramo (V)	Caída de Tensión total (V)	Caída de Tensión total (%)
01 ST-3 L13	143,22	100,0	14322,4		14322,4	4,2626	4,2626	1,0657
02 ST-3 L14	117,63	90,0	10586,3		10586,3	3,1507	3,1507	0,7877

#### ESQUEMA ANILLO 12



## 2. CÁLCULOS MECÁNICOS.

No procede, al ser toda la instalación subterránea.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 58 de 112

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. GENERALIDADES.**

#### **1.1. OBJETO.**

Es objeto de este Pliego fijar los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones de distribución de energía eléctrica proyectadas, así como de los materiales y la ejecución de dichas redes.

#### **1.2. DISPOSICIONES QUE SE HAN DE CUMPLIR EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.**

Para la redacción del presente Proyecto se han tenido en cuenta las Normativas y Reglamentaciones que a continuación se enumeran, debiendo ajustarse a ellas, tanto durante el montaje y la instalación de la actividad, como el posterior funcionamiento:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE N°224).
- RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan la Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento de Acometidas Eléctricas. Ministerio de Industria y Energía. RD. 2.949/1982 de 15 de Octubre, BOE N°312 de 29 de Diciembre de 1982.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, RD. 3.275/1982 de 12 de Noviembre, y sus instrucciones técnicas complementarias. MIE-RAT, de 6 de Julio de 1984.
- Normas particulares de la Compañía Suministradora IBERDROLA, S.A., en lo que se refiere al "PROYECTO TIPO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN" (MTDYC 2.51.01) de la 2ª edición de Abril de 1.996.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización del Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).
- RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- NTE – IEP – 73. Instalaciones de Electricidad. Puesta a tierra.
- NTE – IEB – 74. Instalaciones de Electricidad. Baja Tensión.

#### **1.3. DISPOSICIONES GENERALES.**

Se facilitará un plano de situación a escala mínima 1:25.000 en el que se señalará el perímetro de la Unidad de Actuación.

En los planos de planta se reflejarán los detalles siguientes:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 59 de 112

- Cruzamientos con otros servicios (conducciones de agua, alcantarillado, teléfonos, etc).
- Cotas de referencia de la traza del cable con los servicios del apartado anterior, así como respecto a los bordillos de las aceras y edificación de forma que posteriormente a la instalación de la línea se pueda ésta localizar fácilmente.
- Situación acotada de los empalmes, a escala mínima 1:2.000, y en él se indicará tipo, sección, número de conductores y número de circuitos en cada tramo de red.
- En las urbanizaciones señalar las parcelas que se alimenten de cada armario así como su numeración y potencia prevista en cada una de ellas y en caso de abonos monofásicos, la fase que suministra a cada parcela.
- Detalles y cotas de la situación de la planta del cable y cruzamientos con otros servicios.
- En los casos de bloque de viviendas, indicar por cada bloque el número de viviendas por escalera y ubicación de éstas.

En los cruzamientos y paralelismos con carreteras, aparte de lo dicho en los reglamentos vigentes, se acatará lo prescrito en el vigente Reglamento General de Carreteras y normas que lo desarrollan, actualmente en vigor.

Los cables subterráneos discurrirán por las aceras, no admitiéndose su instalación en calzadas, salvo en los cruces.

En las urbanizaciones, los armarios de contadores se ubicarán a pie de vial o zonas de pública concurrencia y en los lindes de las parcelas que desde él se alimentarán. Igualmente se aceptarán para este tipo de electrificación, las centralizaciones aceptadas por la Cía. Suministradora, de entre las descritas en la recomendación UNESA N°1404.

La estructura de la red de baja tensión será del tipo anillado, con feeders a sección constante y abriendo los circuitos del anillo en el punto de mínima tensión. Se admitirá la alimentación en punta hasta un extremo máximo de 4 abonos.

Las derivaciones en baja tensión arrancarán siempre de un armario de contadores y distribución o desde una caja general de protección. No se admitirán por tanto las derivaciones en T o tangenciales sobre el mismo cable. Se procurará efectuar los empalmes de la red de baja tensión aprovechando los armarios o CGP.

En los casos que excepcionalmente las líneas subterráneas de media y baja tensión no discurran por aceras (zonas ajardinadas, lindes entre parcelas, etc), aparte de fijar la correspondiente servidumbre de paso de energía, con el alcance que fija el Decreto 2619/1966 del 20 de octubre, su traza deberá quedar señalizada de forma visible sobre el terreno, con losetas o mojoneros que lleven dibujado de forma indeleble el anagrama de la compañía suministradora.

Además, para las líneas de baja tensión:

- Todas las redes estarán calculadas para la tensión de 400 voltios entre fases y 230 voltios entre fase y neutro.
- La caída de tensión en el punto más desfavorable de la red de distribución no será superior al 4,5%.
- Los cálculos eléctricos se efectuarán según las potencias solicitadas y como mínimo ateniéndose a lo indicado en la instrucción **ITC-BT-10 del RBT** y aplicando los coeficientes de simultaneidad que se recen en la tabla N°1 de la misma.
- En cada toma de corriente (armarios o cajas generales de protección), así como en los puntos en que se cambien se indicará la caída de tensión en % e intensidad en amperios.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 60 de 112

- Para el caso de abonos monofásicos, se equilibrarán en todo lo posible las fases, indicando cual de ellas alimenta a cada abonado. Igualmente en abonos monofásicos, cuando el número de éstos a alimentar por una línea sea igual o inferior a 5, el cálculo a aplicar será el monofásico.

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso que proceda.

#### **1.4. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE N°224).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).
- RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.
- Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización del Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.

#### **1.5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en los apartados F y G del párrafo 1.4 de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán prendas de trabajo sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 61 de 112

metal; los metros, reglas mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc, que se utilicen no serán de material conductor.

Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección individual, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese de la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc) en la forma legalmente establecida.

#### **1.6. SEGURIDAD PÚBLICA.**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales o cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc, que en uno u otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### **1.7. OBRAS QUE COMPRENDE.**

Las obras que comprende son fundamentalmente las siguientes:

- Suministro de todo el material necesario para la instalación proyectada.
- Todos los transportes necesarios, tanto para la traída de material como el envío de sobrantes fuera de las obras.
- Apertura y tapado de todas las zanjas, rozas, cimentaciones, pasos de muros y forjados, y cuantas obras auxiliares sean precisas, quedando todos los acabados repuestos a satisfacción.
- Tendido de los cables y conducciones en cualquiera de las modalidades requeridas.
- Las cimentaciones o empotramiento de todo tipo de soportes.
- Construcción de la obra civil proyectada, incluyendo suministro y colocación de cuantos herrajes y elementos de carpintería se describan en la Memoria o sean necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.
- La solicitud y obtención de todos los permisos de obra y puesta en marcha de instalaciones que puedan depender de Organismos Oficiales o particulares.

##### **1.7.1. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS.**

El Contratista ejecutor de las obras tendrá que conservar todos los elementos de las obras civiles o eléctricas desde el comienzo de las obras hasta la recepción definitiva de las mismas, siendo de su cuenta la reparación de cuantos desperfectos o roturas se presenten, sin que pueda alegar que la instalación está o no en servicio.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 62 de 112

## **2. CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN.**

### **2.1. CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES.**

#### **2.1.1. RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES.**

Todos los materiales empleados deberán ser de primera calidad.

No se emplearán materiales sin que previamente hayan sido examinados en las condiciones que prescriben las respectivas calidades indicadas para cada material.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por el supervisor de Obra aún después de ser colocados, si no cumplieren las condiciones exigidas en estas Normas. A tal efecto, el Supervisor de la Obra empleará los métodos de ensayo y selección que considere oportunos.

#### **2.1.2. CONDUCTORES.**

Responderán a las secciones marcas y fabricantes aceptados por IBERDROLA, y que se adjunta en el anexo 1.

#### **2.1.3. CARACTERÍSTICAS Y TRATAMIENTO DE LOS ELEMENTOS SIDERÚRGICOS.**

Los materiales siderúrgicos serán de acero A-42b. Estarán galvanizados con recubrimiento de cinc de 0,5 Kg/m<sup>2</sup> como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de CuSO<sub>4</sub> al 20% de una densidad 1,18 Kg/dm<sup>3</sup> a 18 °C, sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

#### **2.1.4. PARARRAYOS.**

Los pararrayos autovalvulares responderán salvo especificación concreta en contrario, a las siguientes características técnicas esenciales:

Tensión nominal:	24 KV.
Corriente de descarga nominal:	5000 A (8 / 20 µs).
Corriente de descarga límite:	65000 A (4 / 10 µs).
Tensión de cebado a 50 Hz:	44 + 51 KV eficaces.
Tensión de cebado máximo de choque:	1,2 / 50 u.s. 70 + 8 KV.

#### **2.1.5. BOTELLAS TERMINALES PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN.**

Para la reconstrucción del aislamiento se empleará cinta autovulcanizable Bopir hasta formar 1,5 veces el espesor inicial del aislamiento y después se recubrirá con tres capas de cinta adhesiva Nabip.

Sección	Tipo Burndy	Máquina	Matriz	Entalladuras
240	YS-34 AT	Y-35	U-34 ART	8
150	YS-30 AT	Y-35	U-30 ART	4
95	YS-28 AT	Y-35	U-28 ART	4
50	YS-25 AT	NY29-13	---	4

#### **2.1.6. PUESTA A TIERRA.**



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 63 de 112

Los extremos de las pantallas de los cables y las cubiertas protectoras de las mismas, se conectarán a las respectivas tomas de tierra de los Centros de Transformación o columnas de entronque aéreo-subterráneo correspondiente.

Igualmente se conectarán a tierra los pararrayos autovalvulares de los apoyos de entronque aéreo-subterráneo.

#### **2.1.7. ARMARIOS DE CONTADORES Y CENTRALIZACIONES.**

Los armarios de contadores responderán a las especificaciones del anexo N°4 “Armarios de Distribución y de Urbanización”. Las centralizaciones serán las aceptadas por la Cía. Suministradora de entre las descritas en la recomendación UNESA N°1404.

Las puestas a tierra de los armarios responderán a los dos tipos siguientes.

##### **2.1.7.1. Armarios con carcasa de material aislante.**

En este caso se unirá el neutro a una toma de tierra constituida por una pica o un flagelo enterrado en el suelo a unos 0,40 m de profundidad en las inmediaciones del armario.

##### **2.1.7.2. Armarios con carcasa metálica.**

En las proximidades del armario, y por el lado en que esté el taladro dejado en la fundación para la toma de tierra, se hincará un electrodo de barra o se tenderá un flagelo de 3 m en zanja de 1m de longitud a una profundidad de 0,50 m bajo el nivel del terreno, el cual se unirá mediante cable cubierto de 1 KV, a través del taladro correspondiente de la fundación para la toma de tierra, con el interior del armario para su posterior conexión al neutro de baja tensión.

#### **2.1.8. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN.**

Las cajas generales de protección para las centralizaciones serán las aceptadas por la Cía. Suministradora, dentro de las descritas en la recomendación UNESA N° P-1403.

Son cajas que suelen ir empotradas en la pared de los zaguanes o colocadas en las fachadas de los edificios. Las carcasas deben ser inaccesibles a personal ajeno a la compañía suministradora, y de material aislante o con aislamiento doble.

Si se trata de una CGP situada en el zaguán de una finca, entonces se tenderá un cable de 16 mm<sup>2</sup> de cobre que, a través de mismos tubos por los que pasan los cables de la red de baja tensión, una el neutro de la CGP con una pica o flagelo de 3 m de longitud.

#### **2.2. ACCESORIOS.**

Véase punto anterior.

#### **2.3. MEDIDAS ELECTRICAS.**

Con carácter previo a la puesta en servicio de la red subterránea de baja tensión se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento y mediciones:

- Continuidad de los conductores.
- Medición de aislamiento.

#### **2.4. OBRA CIVIL.**

Véase punto siguiente.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 64 de 112

## **2.5. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO.**

### **2.5.1. ZANJAS PARA CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS.**

#### **2.5.1.1. Ejecución.**

Su ejecución comprende:

- Aperturas de zanjas.
- Suministro y colocación de protección de arena.
- Suministro y colocación de la protección de "placas cubre cables".
- Colocación de la cinta de "Atención al cable".
- Tapado y apisonado de las zanjas.
- Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.
- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

##### **2.5.1.1.1. Apertura de zanjas.**

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras.

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, y evitándose en cualquier caso tanto los ángulos pronunciados como el tendido de los conductores en zona de tráfico rodado de forma paralela al eje de la calzada.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 10 veces el diámetro exterior de los cables.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se considera como zanja normal para cables de baja tensión la que tiene 0,45 m de anchura media y profundidad mínima 0,70 m. Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, a todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en las zanjas.

Se deberán tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, telefonía, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos se dejarán los pasos necesarios para vehículos, maquinaria y personal, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes, de forma que se interfiera lo menos posible en el resto de las obras, y sin que, en ningún momento se cause la paralización de alguna de ellas. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 65 de 112

En los futuros pasos de vehículos al interior de las edificaciones o recintos serán ejecutadas como cruces con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del supervisor de obra.

#### **2.5.1.1.2. Suministro y colocación de protección de arena.**

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente; el tamaño del tramo estará comprendido entre 0.2 y 3 mm. Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del supervisor de la obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima de cable irá otra capa de 15 cm de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

#### **2.5.1.1.3. Suministro y colocación de la protección de "placas cubre cables".**

Encima de la segunda capa de arena se colocará una placa protectora de los condicionamientos de material sintético, losetas de hormigón, rasillas o ladrillos colocados transversalmente sobre el trazado del cable.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentarán caras planas con estrías.

#### **2.5.1.1.4. Colocación de la cinta de "Atención al cable".**

En las canalizaciones de cables de baja tensión, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia de cable", del tipo utilizado por IBERDROLA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada haz de cables en mazos y en la vertical del mismo, a una distancia mínima a la parte superior de los cables de 30 cm; la distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento, será de 10 cm.

#### **2.5.1.1.5. Tapado y apisonado de las zanjas.**

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

#### **2.5.1.1.6. Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.**

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como al esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 66 de 112

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

#### **2.5.1.1.7. Dispositivos de Balizamiento.**

Durante la ejecución de las obras, estas estarán señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo y las determinaciones de la Dirección de las Obras.

#### **2.5.1.2. Dimensiones y condiciones generales de ejecución.**

##### **2.5.1.2.1. Zanja para tendido exclusivo de Red de Baja Tensión.**

Se considera como zanja normal para cables de baja tensión la que tiene 0,45 m de anchura media y profundidad mínima de 0,70 m, tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse con criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre mazos de cables deberá ser de 0,10 m, manteniéndose también esta distancia entre la cara externa de los cables hasta las paredes de la zanja; así, con zanjas de 0,60 m de anchura se pueden colocar hasta tres mazos de cable. Cuando se tiendan cables en varias capas, la distancia vertical entre los cables debe ser también de 0,10 m, manteniéndose la profundidad del cable superior en 0,60 m.

##### **2.5.1.2.2. Zanjas para uso compartido con otras redes.**

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejado de las edificaciones y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas. De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones. La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

#### **2.5.2. ZANJAS EN ROCA.**

Cuando sea necesario realizar zanjas en terreno constituido principalmente por roca, se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de lo indicado anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del supervisor de obra sobre la necesidad de colocar o no, protección adicional.

#### **2.5.3. CANALIZACIONES ENTUBADAS.**

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del supervisor de la obra.

##### **2.5.3.1. Materiales.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 67 de 112

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

#### **Tubos.**

Los tubos serán de materiales termoplásticos, provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro interior 1,5 veces el del cable con un mínimo de 100 mm y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho, siguiendo la dirección del tendido probable del cable, con objeto de no dañar a este en la citada operación.

#### **Cementos.**

El cemento será Pórtland o artificial y de marca acreditada; deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Fomento. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En lo general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

#### **Arenas y áridos.**

La arena será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y las dimensiones de sus granos serán de 0,2 a 3 mm.

Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm con granulometría apropiada.

#### **Aguas.**

Se empleará agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

#### **Hormigones.**

El amasado de hormigón se hará siempre sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos en volúmenes apropiados.

La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones que, a título orientativo, damos a continuación:

- Cemento: 150 kg.
- Arena: 450 Kg.
- Grava: de 10 a 60 mm = 900 l.
- Agua: 150 l.

Se recomienda utilizar hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

#### **2.5.3.2. Dimensiones y características generales de ejecución.**

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes; para tener toda la zanja a la vez dispuesta para el tendido del cable.

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 68 de 112

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique par su fijación).

La colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonado en toda su longitud.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,45 mm para la colocación de un tubo, aumentando su anchura en función del número de tubos a instalar. Los tubos se podrán colocar en uno, dos o tres planos, con una separación entre ellos de 2 cm tanto en horizontal como en vertical; la separación de los tubos de las paredes será de 5 cm. La profundidad de la zanja será tal que los tubos situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, medidos desde la rasante del terreno a la generatriz inferior del tubo.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma, se queden de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización, situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m según el tipo de cable, y, para facilitar su tendido, dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m, en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de obras.

En el fondo de la zanja y en toda su extensión, se echará una solera de hormigón de limpieza, bien nivelada, de unos 5 cm de espesor sobre la que se asentará la primera capa de tubos separados entre sí 2 cm, procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se colocará la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procederá como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que debe tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior de cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún estos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 metros.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso, de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 69 de 112

#### **2.5.4. TENDIDO DE CABLES.**

##### **2.5.4.1. Tendido de cables en zanja abierta.**

##### **2.5.4.1.1. Manejo y preparación de las bobinas.**

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad del tendido; en el caso de suelos con pendientes suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pasee la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

##### **2.5.4.1.1.1. Tendido de cables en zanjas para enterrar.**

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendientes que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro, durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 °C no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina, en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm de arena fina y la protección de rasilla.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría, un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 70 de 112

bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleva la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables discurren paralelos, deberán señalizarse debidamente para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase.

#### 2.5.4.1.1.2. Tendido de cables en canalización entubadas.

Cuando el cable se tienda, a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida al extremo del cable, que llevará incorporado un dispositivo de mango tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible, se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra [según se indica en el apartado CRUCES, (cables entubados)].

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli TUPIR, o similar para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc por su interior, y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

#### 2.5.4.1.2. **Transporte de bobinas de cables.**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

#### 2.5.4.2. Cruzamientos, paralelismos, etc.

##### 2.5.4.2.1. **Cruzamientos.**

##### **Con calles y carreteras.**

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la **ITC-BT-21 del RBT**, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

##### **Con otros cables de energía eléctrica.**

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 71 de 112

dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

#### **Con cables de telecomunicación.**

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

Estas restricciones no se deben aplicar a cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

#### **Con canalizaciones de agua y gas.**

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

#### **Con conducciones de alcantarillado.**

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

#### **2.5.4.2.2. Proximidades y paralelismos.**

##### **Con otros cables de energía eléctrica.**

Los cables de media tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

#### **Con cables de telecomunicación.**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de tele-comunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC–BT–07 del RBT**.

#### **Con canalizaciones de agua.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 72 de 112

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### **Con canalizaciones de gas.**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada, según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la **ITC-BT-07 del RBT**.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

### **3. NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

#### **3.1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.**

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de canalización subterránea conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que hacer y de la forma de hacerlos.

Al recibir un proyecto, y antes de proceder a su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos tanto oficiales como particulares para la ejecución del mismo.
- Hacer un reconocimiento sobre el terreno del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de las bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc, que normalmente se puedan apreciar por registros en la vía pública.
- Es también interesante, de manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas con el fin de evitar en lo posible el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas, hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios, para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 73 de 112

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

### **3.2. MONTAJES EN CABLES DE BAJA TENSIÓN.**

En estos montajes, se tendrá un cuidado especial en el cable de aluminio y sobre todo en lo que se refiere a la colocación de las arandelas elásticas y a la limpieza de la superficie de contacto, que se realizará cepillando con carda de acero el cable, previamente impregnado de grasa neutra o vaselina para evitar la formación instantánea de alúmina.

Los empalmes, terminales, etc se realizarán siguiendo las normas dadas por la Cía. Suministradora o, en su defecto, las indicadas por el fabricante del cable o de los accesorios.

#### **3.2.1. EMPALMES.**

##### **3.2.1.1. Empalme normal.**

Se utilizarán las piezas normalizadas por la Cía. Suministradora.

Este empalme normal, que llevará cintas autovulcanizantes y protectoras, debe quedar perfectamente estanco a los agentes externos, ya que para reconstituir el aislamiento no lleva ninguna caja adicional de protección.

El espesor del aislamiento reconstituido será del orden del doble del que normalmente tiene el cable.

#### **3.2.2. DERIVACIONES EN CABLES UNIPOLARES.**

Se tomará la precaución de utilizar máquinas de compresión y las matrices apropiadas en las derivaciones a compresión, y las piezas apropiadas en las derivaciones tornillo.

La reconstitución del aislamiento se realizará con cintas autovulcanizantes de acuerdo con las normas de la Cía. Suministradora, colocando como mínimo un espesor del aislamiento doble del que normalmente tiene el cable y, a continuación, la cinta protectora.

#### **3.2.3. TERMINALES.**

##### **3.2.3.1. Colocación de terminales en puntas.**

Se seguirán las normas generales indicadas por el fabricante y por la Cía. Suministradora, insistiendo en la correcta utilización de las matrices apropiadas y del número de entalladuras para cada sección del cable.

Para proteger el tramo de conductor que pueda quedar sin aislamiento entre el terminal y la cubierta del cable, se utilizará sin aislante adhesiva de PVC.

En todo momento se tendrán en cuenta además, las indicaciones dadas para el aluminio.

#### **3.2.4. ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN Y DE CONTADORES.**

##### **3.2.4.1. Fundaciones para armarios.**

Se confeccionarán de modo que tengan la suficiente resistencia mecánica, así como con la cimentación suficiente para evitar posteriores hundimientos, de acuerdo con las normas de la Cía. Suministradora.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 74 de 112

Al preparar la fundación, se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible, para que los cables queden siempre, como mínimo a 0,50 m por debajo de la rasante del suelo.

La fundación para armarios tendrá como mínimo 0,15 m de altura sobre el nivel del suelo, y si en el armario van contadores, la necesaria para que éstos queden como mínimo a 0,60 m de la rasante del suelo. Debe dejarse un taladro que salga lateralmente a 0,50 m bajo el nivel del terreno para poder conectar a través de él la toma de tierra del electrodo de barra con el neutro de Baja Tensión.

#### **3.2.4.2. Colocación de armarios.**

Se recibirán con mortero de cemento, procurándose dejar bien nivelada la base. Ésta debe ir fija con pernos verticales a la fundación.

#### **3.2.4.3. Montaje y conexiónado de armarios.**

Se tendrá en cuenta al hacer la conexión de los conductores de la red que el neutro debe ir situado siempre a la izquierda del observador, mirando el armario de frente, y que la base portafusibles correspondiente llevará un “tubo o barra de neutro” en vez de cartucho fusible.

### **3.2.5. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.**

#### **3.2.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.**

Antes de proceder a la ejecución de los taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes; se realizará así mismo el replanteo para que una vez colocados los cables, queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

#### **3.2.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.**

Ídem al apartado anterior, pero sobre pared de ladrillo.

### **3.2.6. VARIOS.**

#### **3.2.6.1. Colocación de cables en tubos y engrapado en columna (entronque A/S para Media y Baja Tensión).**

Los tubos serán de poliéster o de acero galvanizado, y se colocarán de forma que no dañen a los cables que queden fijos a la columna, poste u obra de fábrica, sin molestar el tránsito normal de la zona, con 0,50 m aproximadamente bajo el nivel del terreno y 2,50 m sobre él. Cada terna de cables unipolares pasará por un tubo.

El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o, en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, o pasta que cumpla la misión de taponar, no ataque al aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 75 de 112

La conexión a la línea aérea en los cables de baja tensión se realizará con los elementos de compresión normalizados por la Cía. Suministradora.

#### **4. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.**

Las descritas en el punto 2.3 del presente Pliego de Condiciones.

#### **5. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

Dado que la línea proyectada será cedida a IBERDROLA S.A., las condiciones de uso, mantenimiento y seguridad correrán por cuenta y responsabilidad de dicha Cía. Suministradora, realizándose tales operaciones en base a sus normas particulares al respecto.

#### **6. REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.**

Ídem al punto anterior.

#### **7. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.**

##### **7.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.**

Se medirán por unidades terminadas y medidas sobre el terreno tal y como se encuentra al realizarlas, y se abonarán a los precios especificados en el cuadro de precios, que resume el coste de las operaciones y materiales necesarios para dejar terminadas estas obras. No se abonarán los excesos de obra realizados por el contratista que no figuren detallados en planos o hayan sido autorizados por la Dirección Técnica.

Los precios de excavación se entiende en cualquier tipo de terreno, pudiendo el contratista hacer uso de la maquinaria auxiliar que estime oportuna, pero en ningún caso se aceptará sobreprecio por su empleo, por dificultad o dureza del terreno o por roturas en servicios existentes.

##### **7.2. CONDUCTORES Y MATERIAL ELÉCTRICO.**

El abono de estos materiales se hará por unidades colocadas y tras recuento minucioso de todas y cada una de las piezas instaladas, comprendiendo en sus precios todas las operaciones necesarias para su montura y anclaje de acuerdo con el cuadro de precios.

##### **7.3. MAQUINARIA.**

Asimismo, el abono de estas partidas se realizará por unidades colocadas y en orden de funcionamiento; como excepción, se podrán certificar partidas que no estén en orden de funcionamiento cuando se encuentren físicamente en su ubicación definitiva a falta de

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 76 de 112

conexionado o de suministro de fluidos refrigerantes o de proceso, siempre que se demuestre la conveniencia de no completar el equipamiento o la imposibilidad de realizarlo; en este caso, la certificación se realizará a título de acopio, en una fracción del total que será apreciada por el Director de las Obras.

#### **7.4. PARTIDAS ALZADAS.**

El abono de estas partidas alzadas será justificado por el Técnico encargado de las sobras discrecionalmente, según coste de materiales u otros medios empleados.

#### **7.5. MEDIOS AUXILIARES.**

Serán de cuenta del contratista todos los medios auxiliares que sea preciso emplear en las obras, de manera que ser realicen en la forma especificada, y será responsable de cuantas incidencias se produzcan por faltas en su debido empleo.

### **8. DISPOSICIONES GENERALES.**

#### **8.1. PLAN DE OBRAS.**

El contratista antes de empezar las obras objeto del presente proyecto, deberá presentar al Técnico encargado un Plan detallado de la ejecución con indicación de los plazos parciales para la realización de las distintas unidades de obra.

#### **8.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.**

Antes de la instalación de cualquier material maquinaria susceptible de ser elegido entre los dos de distintas procedencia, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras, muestras y relaciones de marcas de todos los elementos a emplear y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazado por la Dirección Técnica de la obra aún después de colocados si no cumpliesen las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones.

Se realizarán análisis y pruebas que se ordenen por la Dirección de la obra en laboratorios que esta designe, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

#### **8.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.**

Deberán dar comienzo antes de los 10 días naturales contados desde la realización del replanteo de las obras.

#### **8.4. PLAZO DE GARANTÍA.**

Durante los doce meses siguientes a la terminación de las obras, determinadas por el Acta de Recepción, correrá de cuenta del Contratista la conservación de las mismas, así como la reparación de todos los desperfectos no atribuibles a causa de fuerza mayor que pudieran ocurrir.

#### **8.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 77 de 112

La recepción definitiva y la liquidación de las obras se realizará una vez transcurrido el período de garantía, tras haber solucionado las anomalías que se hubieran encontrado, debidas a deficiencias de ejecución no observadas en la recepción provisional.

#### **8.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo general y de replanteo parciales, los de inspección y vigilancia no técnica, mediciones, pruebas, recepción y liquidación.

#### **8.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen con la explotación de canteras, la extracción de tierra para la ejecución de los terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos; los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte y de las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras.

#### **8.8. JORNALES MÍNIMOS.**

El Contratista estará obligado a no abonar jornal inferior a los mínimos previstos en la vigente legislación laboral.

Asimismo, ingresará en los Organismos competentes las cuotas que correspondan en materia de Seguridad Social, así como las retenciones efectuadas a los trabajadores bajo el concepto de impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas.

#### **8.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.**

El Contratista viene obligado asegurar a sus obreros y empleados en la forma y condiciones que se establecen en la vigente legislación.

#### **8.10. DISPOSICIÓN FINAL.**

Cuando exista contradicción o discrepancia entre el presente documento y los restantes que componen el proyecto, prevalecerá sobre el presente lo descrito en la memoria; sobre ambos, lo descrito en los Presupuestos, y en cualquier caso, el criterio y órdenes del Director Técnico de las obras.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 78 de 112

## **PRESUPUESTO**

### **1. PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.**

#### **CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL**

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para una (1) línea de la red de baja tensión, incluida excavación, tubo para canalización, relleno de material seleccionado, zavorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
130	34,49	4.483,00

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para dos (2) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zavorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
650	38,70	25.155,00

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para tres (3) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zavorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
25	49,22	1.230,50

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para cuatro (4) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zavorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

Medición	Precio €	Importe €
390	49,33	19.238,70

- MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para seis (6) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zavorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 79 de 112

	Medición	Precio €	Importe €
	50	68,83	3.441,50
MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para ocho (8) líneas de la red de baja tensión, incluida excavación, tubos para canalización, relleno de material seleccionado, zavorra artificial, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, transporte a vertedero, cinta de "atención al cable" y tubo de protección, totalmente terminada, s/plano de detalle.			
	Medición	Precio €	Importe €
	50	79,71	3.985,50
MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para una (1) línea de la red de baja tensión en cruce de calzada, incluida excavación, relleno de zavorra artificial, hormigón de protección de tubos para canalización D.I. 160 mm, cinta de "atención al cable", tubos de protección, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones y transporte a vertedero, totalmente terminado, s/plano de detalle.			
	Medición	Precio €	Importe €
	10	81,91	819,10
MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para dos (2) líneas de la red de baja tensión en cruce de calzada, incluida excavación, relleno de zavorra artificial, hormigón de protección de tubos para canalización D.I. 160 mm, cinta de "atención al cable", tubos de protección, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones, y transporte a vertedero, totalmente terminado, s/plano de detalle.			
	Medición	Precio €	Importe €
	10	89,33	893,30
MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para cinco (5) líneas de la red de baja tensión en cruce de calzada, incluida excavación, relleno de zavorra artificial, hormigón de protección de tubos para canalización D.I. 160 mm, cinta de "atención al cable", tubos de protección, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones y transporte a vertedero, totalmente terminado, s/plano de detalle.			
	Medición	Precio €	Importe €
	15	105,11	1.576,65,00
MI. Canalización subterránea en cualquier tipo de terreno para ocho (8) líneas de la red de baja tensión en cruce de calzada, incluida excavación, relleno de zavorra artificial, hormigón de protección de tubos para canalización D.I. 160 mm, cinta de "atención al cable", tubos de protección, cuatritubo de 40 mm D.I. embebido en hormigón en masa para telecomunicaciones y transporte a vertedero, totalmente terminado, s/plano de detalle.			



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 80 de 112

	Medición	Precio €	Importe €
	12	133,41	1.600,92
MI.	Demolición de acera existente para instalación de canalizaciones y reposición de la misma, incluso relleno de zanjas con zahorra artificial, solera de hormigón e instalación de pavimento similar al existente tomado con mortero de cemento, totalmente terminado.		

	Medición	Precio €	Importe €
	200	31,21	6.242,00
MI.	Demolición y reposición de aglomerado asfáltico para instalación de canalizaciones en calzada con unas dimensiones medias de 600 x 0,60 m y 10 cm de espesor, incluso corte de asfalto con medios mecánicos, hormigón de protección, riego de imprimación (mezcla bituminosa tipo similar al existente) y curado con "Slurry" en frío, totalmente terminado.		

	Medición	Precio €	Importe €
	55	43,81	2.409,55
<b>Total importe obra civil:</b>			<b>71.075,72 €</b>

## CAPÍTULO 2: MATERIAL ELÉCTRICO

MI.	Red subterránea de Baja Tensión formada por tres conductores de aluminio de 240 mm <sup>2</sup> para las fases y uno de 150 mm <sup>2</sup> para el neutro, cubierta en XLPE, tensión de aislamiento 0,6/1 KV, incluso material de fijación y señalización, conexionado a cuadros de baja tensión, colocado y en servicio.		
-----	--	--	--

	Medición	Precio €	Importe €
	3.765	20,70	77.935,50
Ud.	Caja general de protección y medida compuesta por armarios de poliéster para derivación y seccionamiento de líneas de Baja Tensión tipo ADS y armario de protección y medida de energía, para uno o dos contadores, doble aislamiento clase A, con tapa, embornado para entrada y salida de línea en cobre y cuadrilla neutro, tomas de conexión, juego portafusibles hasta 250 A y base normalizada de hormigón para PLT, incluso montaje, recubrimiento de obra, material de fijación y señalización y conexionado.		

	Medición	Precio €	Importe €
	25	692,11	17.302,75
Ud.	Juego de conectores para conductor de aluminio de baja tensión formado por tres (3) conectores de 240 mm <sup>2</sup> de sección y un (1) conector de 150 mm <sup>2</sup> de sección, tensión de aislamiento del conductor 0,6/1 KV, y cubierta de XLPE, compuesto por medias protecciones acoplables entre sí, ajustables sobre el diámetro exterior del cable y rellenas de mezcla aislante, terminado y en servicio.		



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 81 de 112

Medición	Precio €	Importe €
74	36,79	2.722,46
<b>Total importe material eléctrico:</b>		<b>97.960,71 €</b>

### CAPÍTULO 3: PUESTA A TIERRA

- Ud. Puesta a tierra del neutro formada por una pica de 2 m y 14 mm de diámetro, con flagelo de conductor de cobre aislado de 3 metros de longitud y 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrados en la misma zanja que los cables y unidos al borne del neutro, de acuerdo a planos, colocada.

Medición	Precio €	Importe €
25	69,07	1.726,75
<b>Total importe puesta a tierra:</b>		<b>1.726,75 €</b>

### CAPÍTULO 4: VARIOS

- PA Material auxiliar, incluso candados, mano de obra en marcado de conductores, terminales y numeración de armarios, etiquetas, placas de peligro de muerte y su colocación.

Medición	Precio €	Importe €
25	28,99	724,75

- PA Medición y comprobación de fugas de corriente y puesta a tierra de líneas subterráneas de baja tensión.

Medición	Precio €	Importe €
1	350,00	350,00
<b>Total importe varios:</b>		<b>1.074,75 €</b>

## 2. TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.

PRESUPUESTO TOTAL	
CONCEPTO	IMPORTE PARCIAL (€)
1. OBRA CIVIL	71.075,72
2. MATERIAL ELÉCTRICO	97.960,71
3. PUESTA A TIERRA	1.726,75
4. VARIOS	1.074,75
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (€)</b>	<b>171.837,93</b>



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 82 de 112

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la referida cantidad de CIENTO SETENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS (171.837,93 €).

### **3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.**

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	171.837,93 €
Gastos Generales (6%):	10.310,28 €
Beneficio Industrial (14%):	24.057,31 €
TOTAL PRESUPUESTO	206.205,52 €
I.V.A. (16%):	43.303,16 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>249.508,68 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución por Contrata a la referida cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS OCHO EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS (249.508,68 €).

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

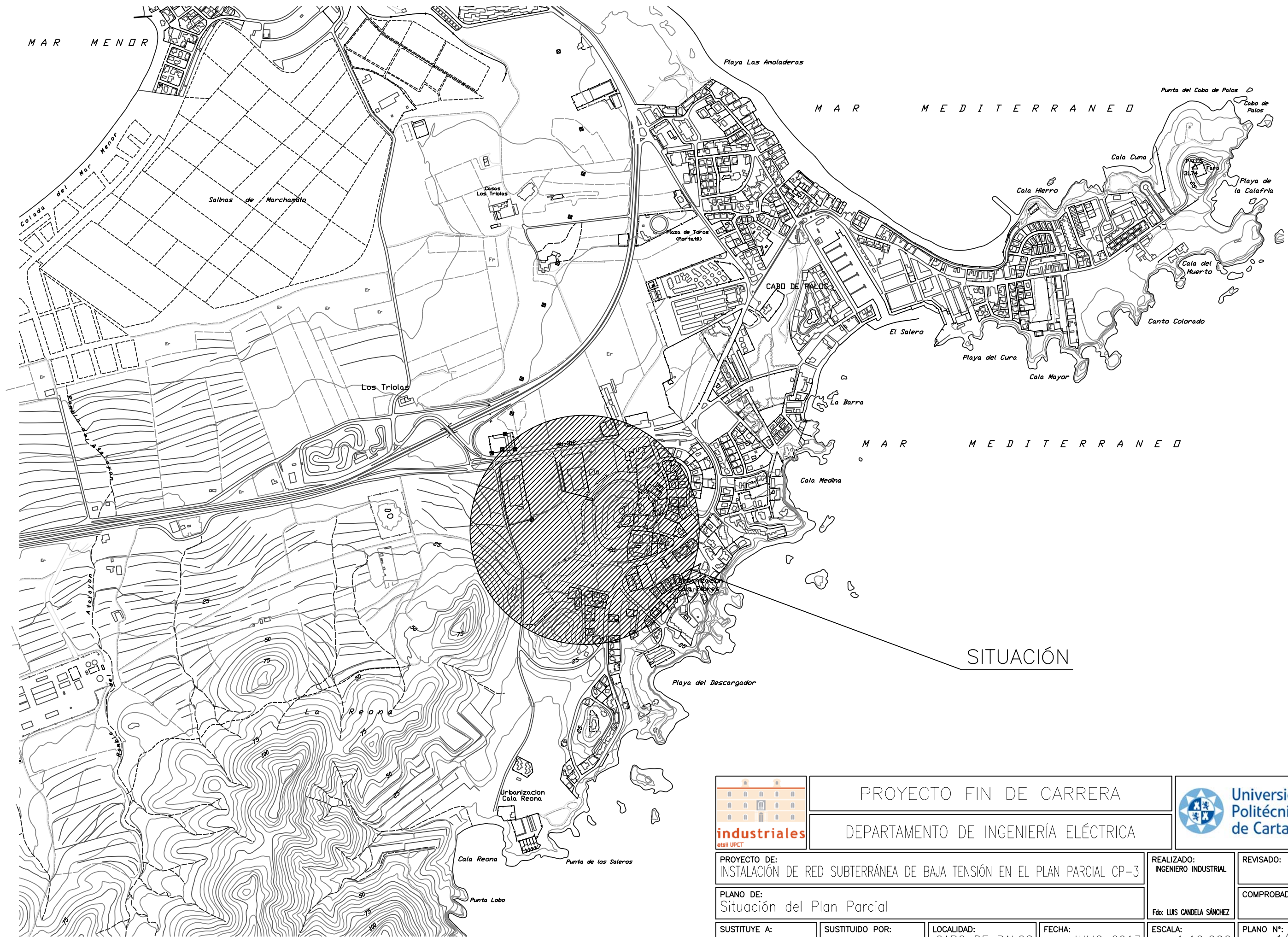
Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 83 de 112

## **PLANOS**

### **LISTADO DE PLANOS.**

1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.
3. TENDIDO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3.
4. DETALLE DE LAS ZANJAS.
5. DETALLES DE CPM, ADS Y BASAMENTO.
6. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.
7. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.



PROYECTO FIN DE CARRERA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Situación del Plan Parcial

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS



FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:10.000

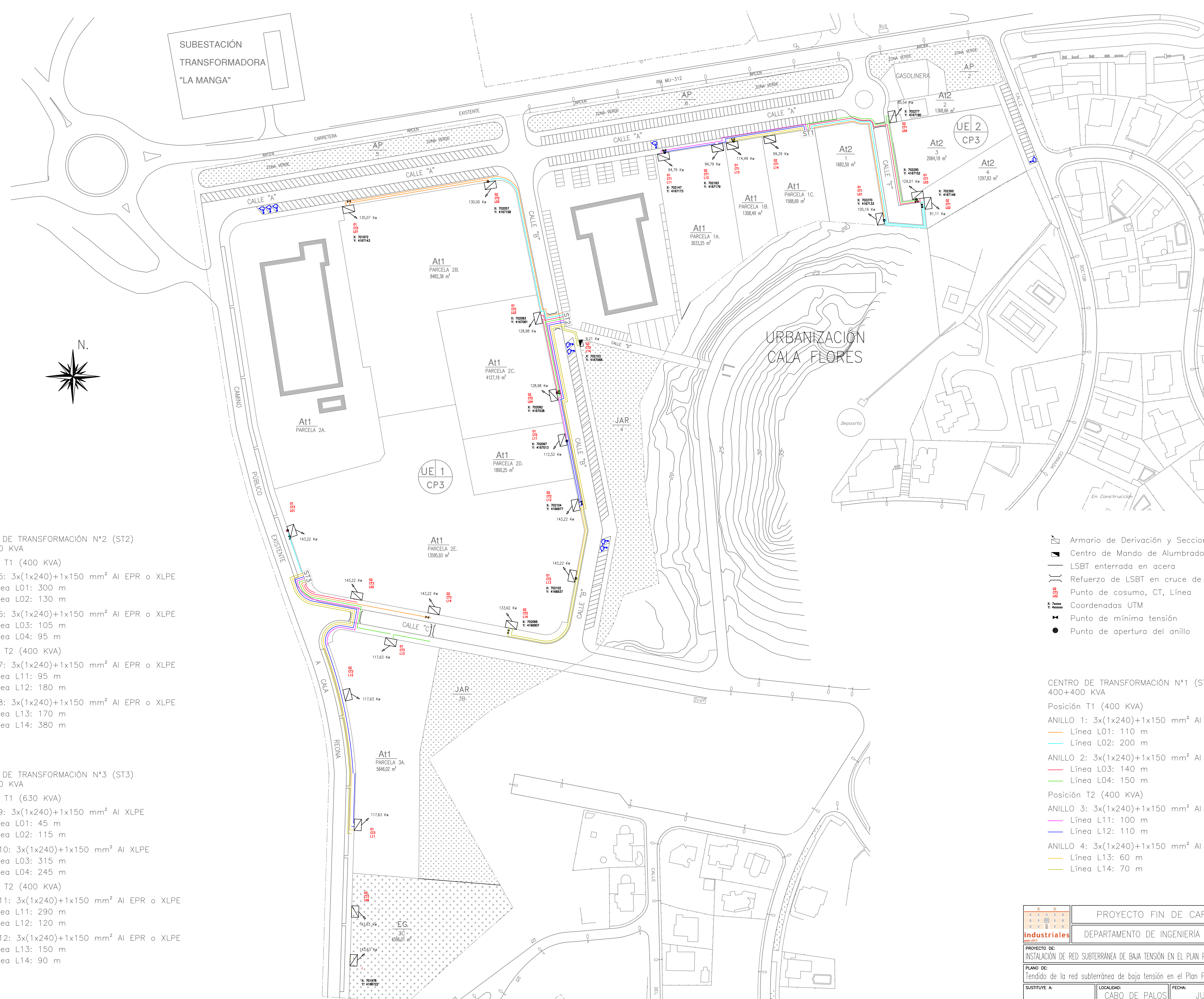
PLANO N°:  
1(R0)





	PROYECTO FIN DE CARRERA			Universidad Politécnica de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:	
PLANO DE: Emplazamiento del Plan Parcial CP-3				COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:2.500	PLANO N°: 2(R0)





CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 (ST2)  
400+400 KVA

Posición T1 (400 KVA)

ANILLO 5: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

— Línea L01: 300 m

— Línea L02: 130 m

ANILLO 6: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

— Línea L03: 105 m

— Línea L04: 95 m

Posición T2 (400 KVA)

ANILLO 7: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

— Línea L11: 95 m

— Línea L12: 180 m

ANILLO 8: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

— Línea L13: 170 m

— Línea L14: 380 m

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 (ST3)  
630+400 KVA

Posición T1 (630 KVA)

ANILLO 9: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al XLPE

— Línea L01: 45 m

— Línea L02: 115 m

ANILLO 10: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al XLPE

— Línea L03: 315 m

— Línea L04: 245 m

Posición T2 (400 KVA)

ANILLO 11: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

— Línea L11: 290 m

— Línea L12: 120 m

ANILLO 12: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

— Línea L13: 150 m

— Línea L14: 90 m

- Armario de Derivación y Seccionamiento
- Centro de Comando de Alumbrado Público
- LSBT enterrada en acera
- Refuerzo de LSBT en cruce de calzada
- Punto de cosumo, CT, Línea
- Coordenadas UTM
- Punto de mínima tensión
- Punto de apertura del anillo

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 (ST1)  
400+400 KVA

Posición T1 (400 KVA)

ANILLO 1: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

— Línea L01: 110 m

— Línea L02: 200 m

ANILLO 2: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

— Línea L03: 140 m

— Línea L04: 150 m

Posición T2 (400 KVA)

ANILLO 3: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

— Línea L11: 100 m

— Línea L12: 110 m

ANILLO 4: 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup> Al EPR o XLPE

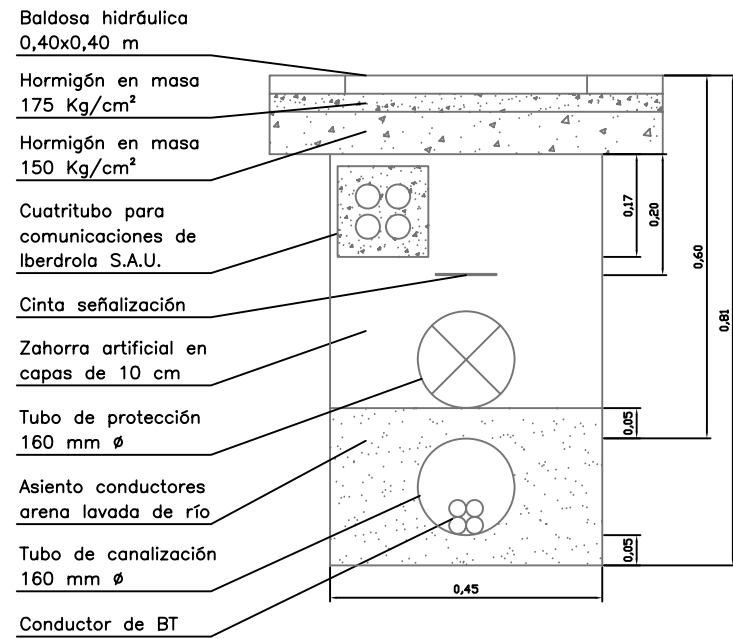
— Línea L13: 60 m

— Línea L14: 70 m

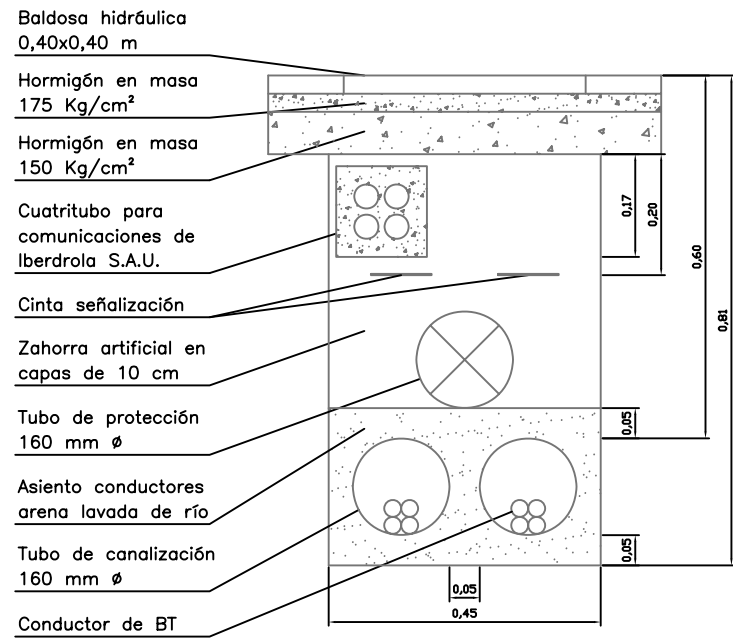
PROYECTO FIN DE CARRERA		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA		Universidad Politécnica de Cartagena	
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3				REALIZADO: EL INGENIERO INDUSTRIAL	
PLANO DE: Tendido de la red subterránea de baja tensión en el Plan Parcial CP-3				Fdo.: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	
SUSTITUYE A:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	PLANO N°:		
SUSTITUIDO POR:	N° DE ORDEN:	ESCALA: 1:1000	COMPROBADO:		



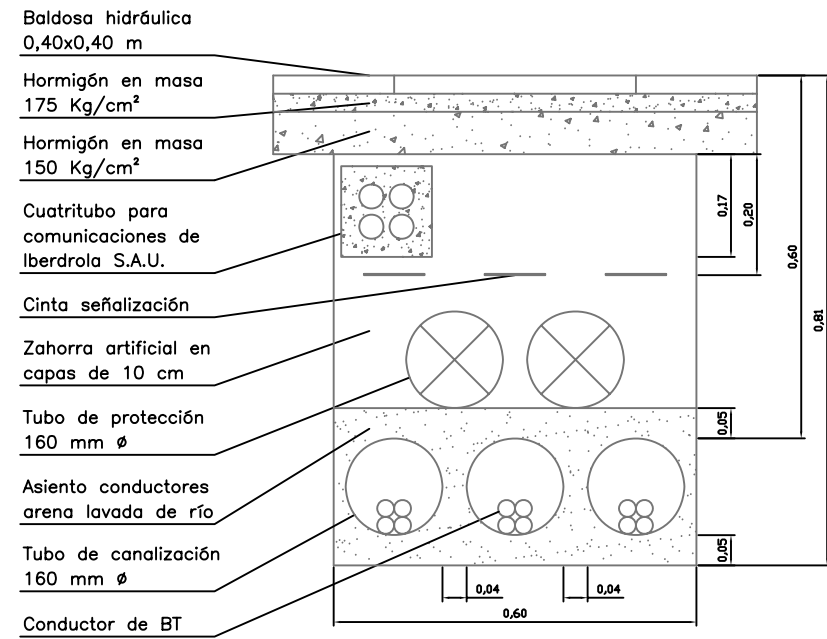
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN ACERA  
(1 LÍNEA BT)



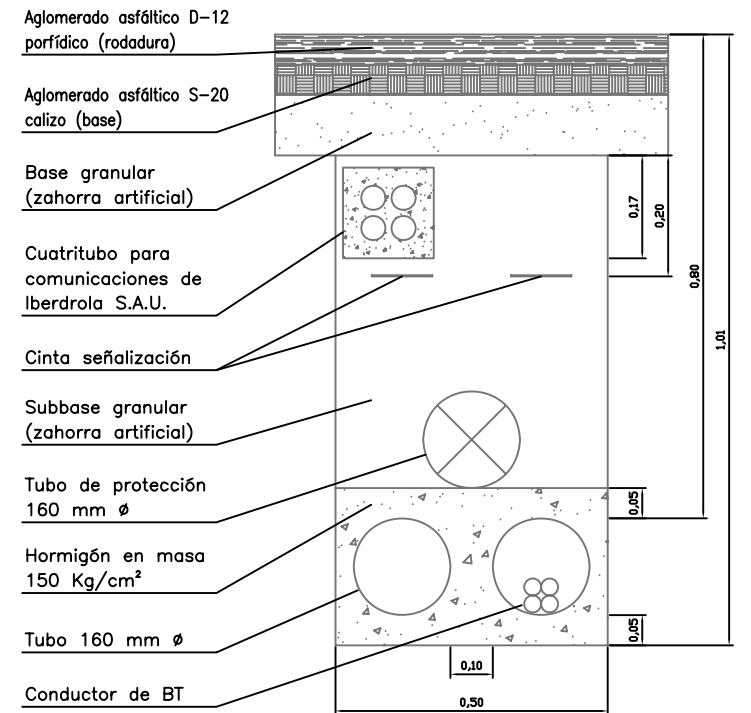
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN ACERA  
(2 LÍNEAS BT)



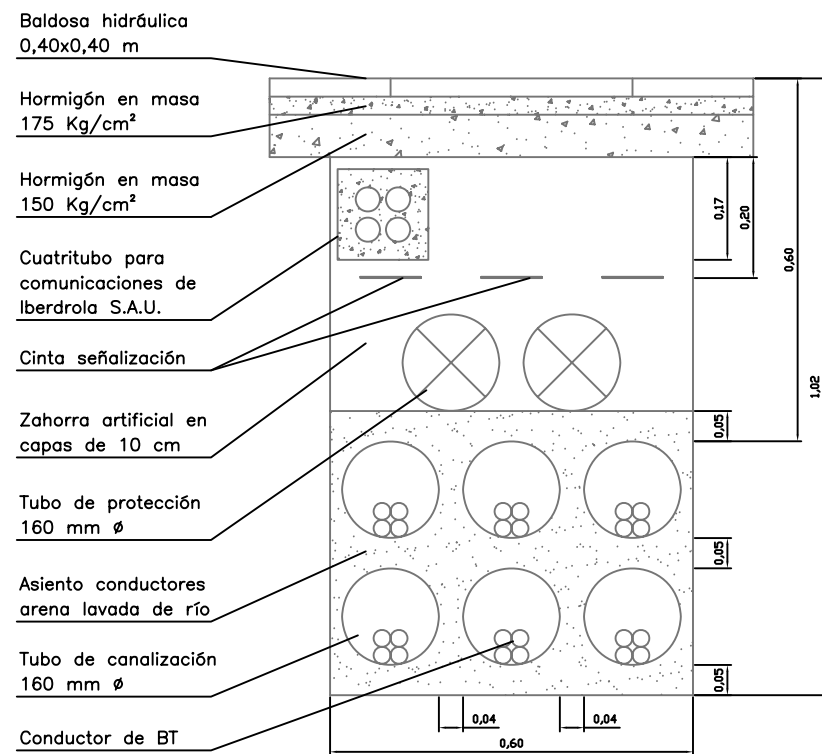
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN ACERA  
(3 LÍNEAS BT)



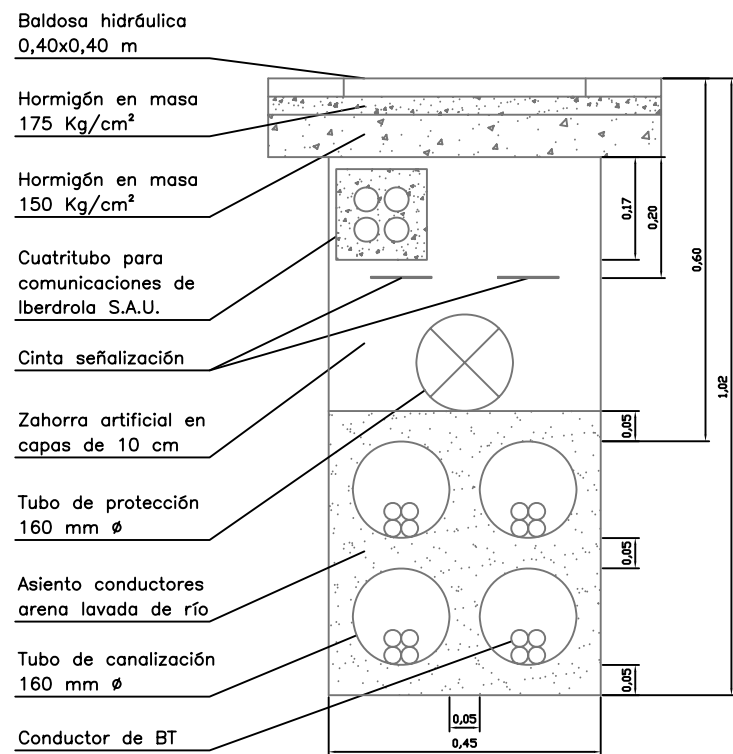
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN CRUCE  
DE CALZADA (1 LÍNEA BT)



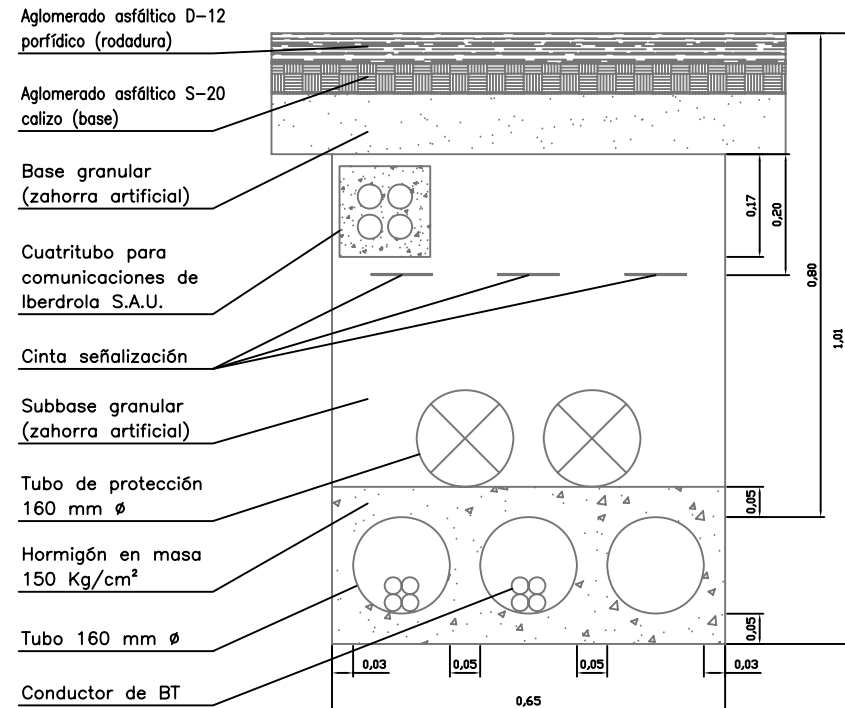
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN ACERA  
(6 LÍNEAS BT)



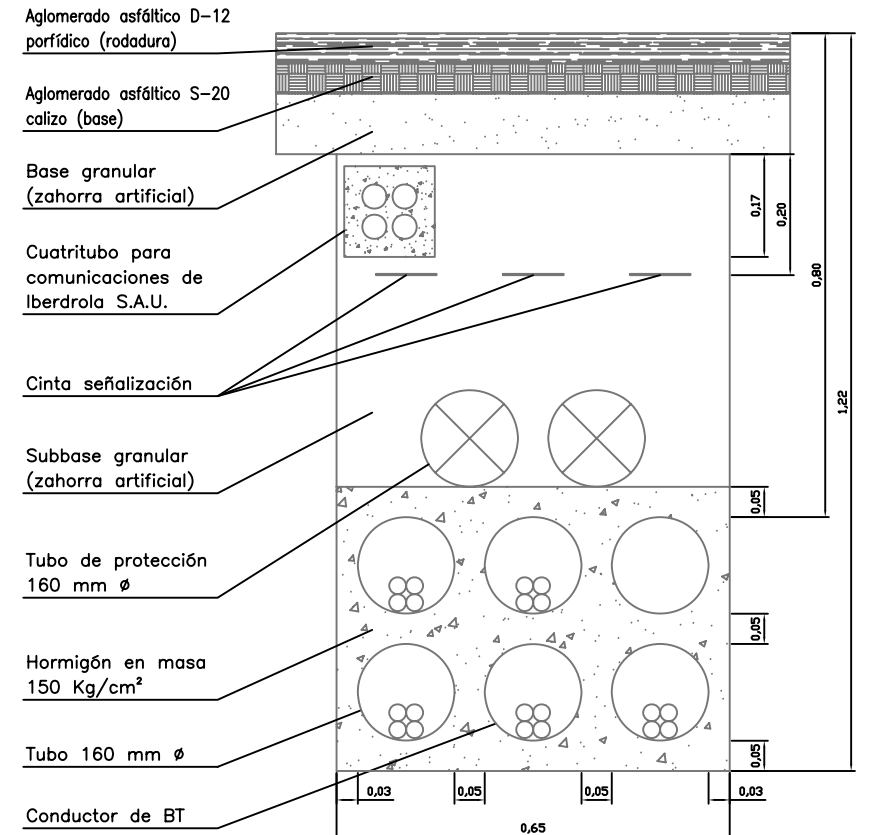
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN ACERA  
(4 LÍNEAS BT)



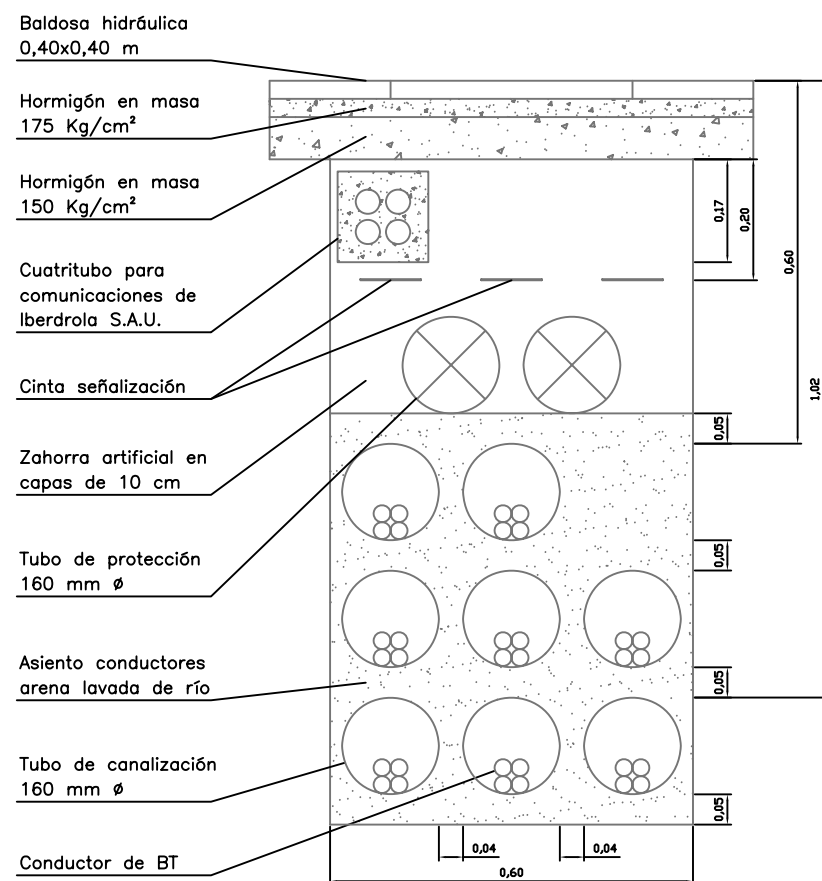
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN CRUCE  
DE CALZADA (2 LÍNEAS BT)



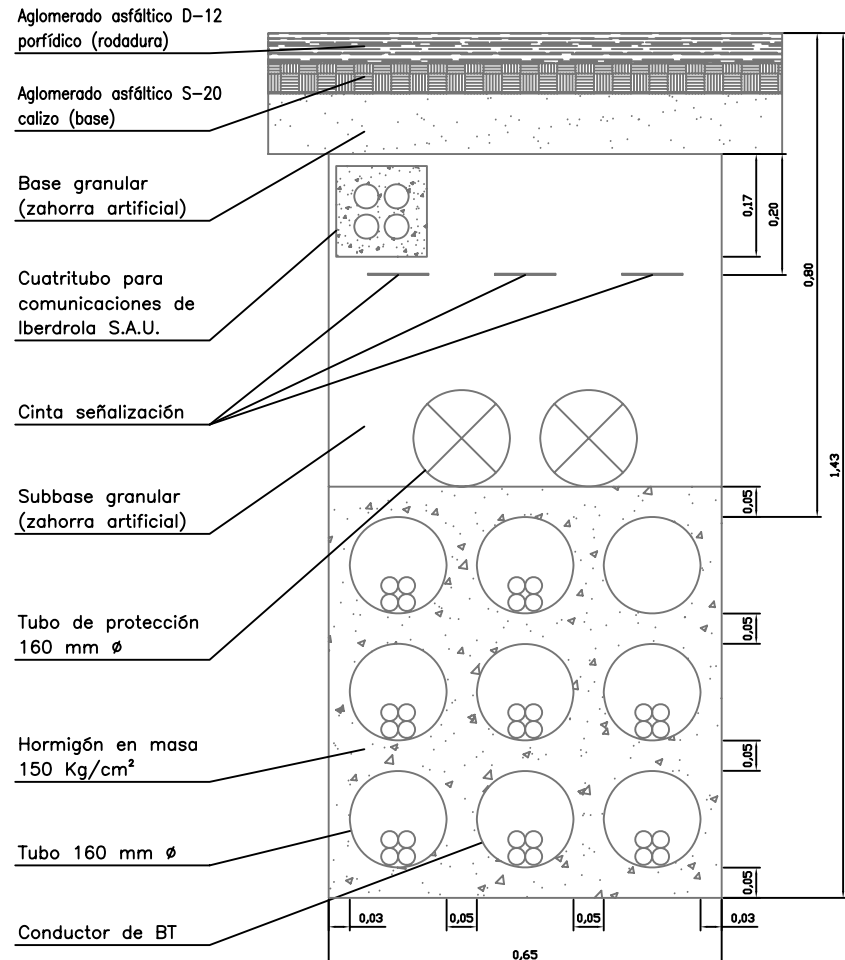
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN CRUCE  
DE CALZADA (5 LÍNEAS BT)



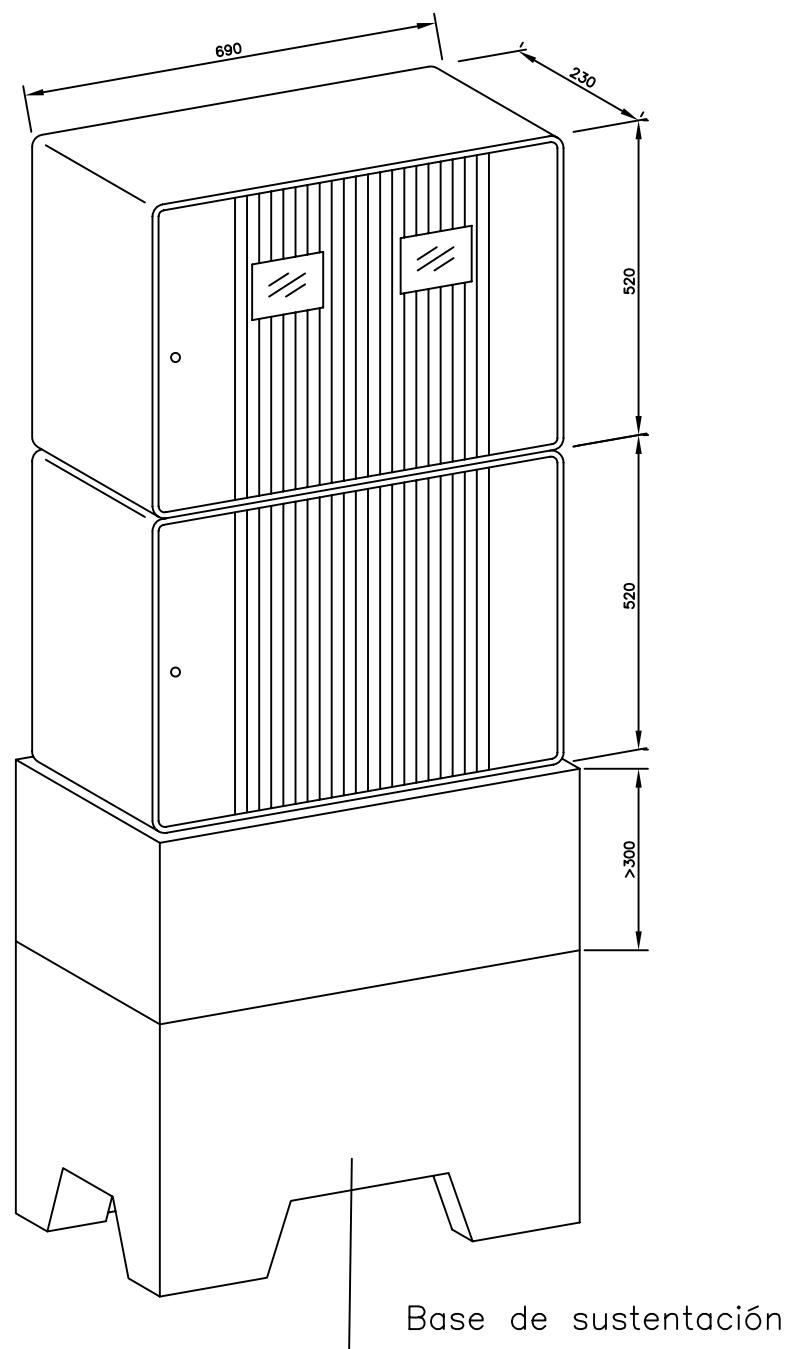
ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN ACERA  
(8 LÍNEAS BT)



ZANJA PARA CANALIZACIÓN EN CRUCE  
DE CALZADA (8 LÍNEAS BT)

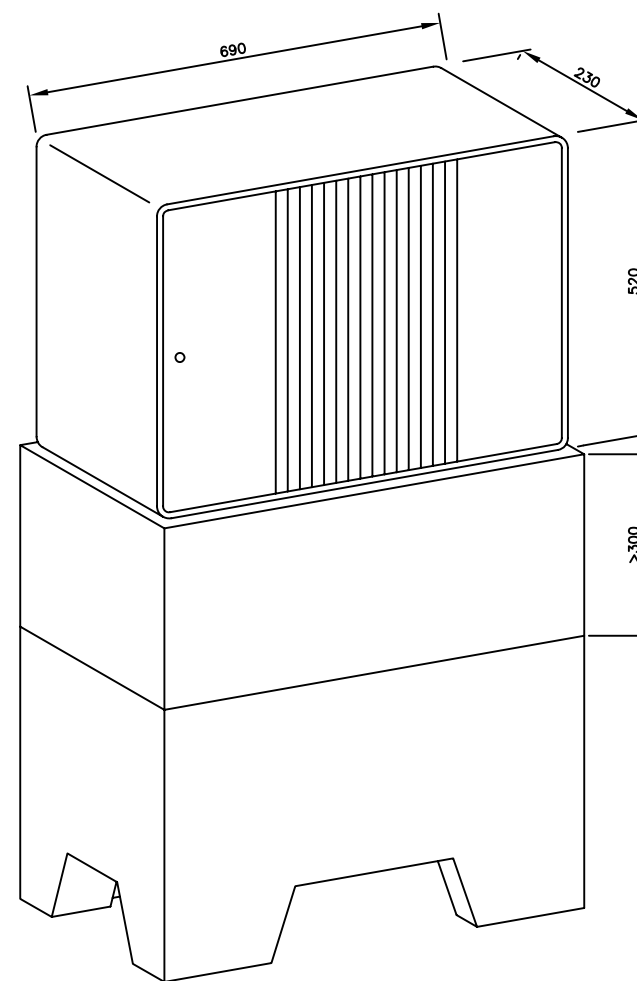


	PROYECTO FIN DE CARRERA				
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
	PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL		REVISADO:	
	PLANO DE: Detalle de las zanjas de baja tensión	Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ		COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: S/E	PLANO N°: 4(RO)

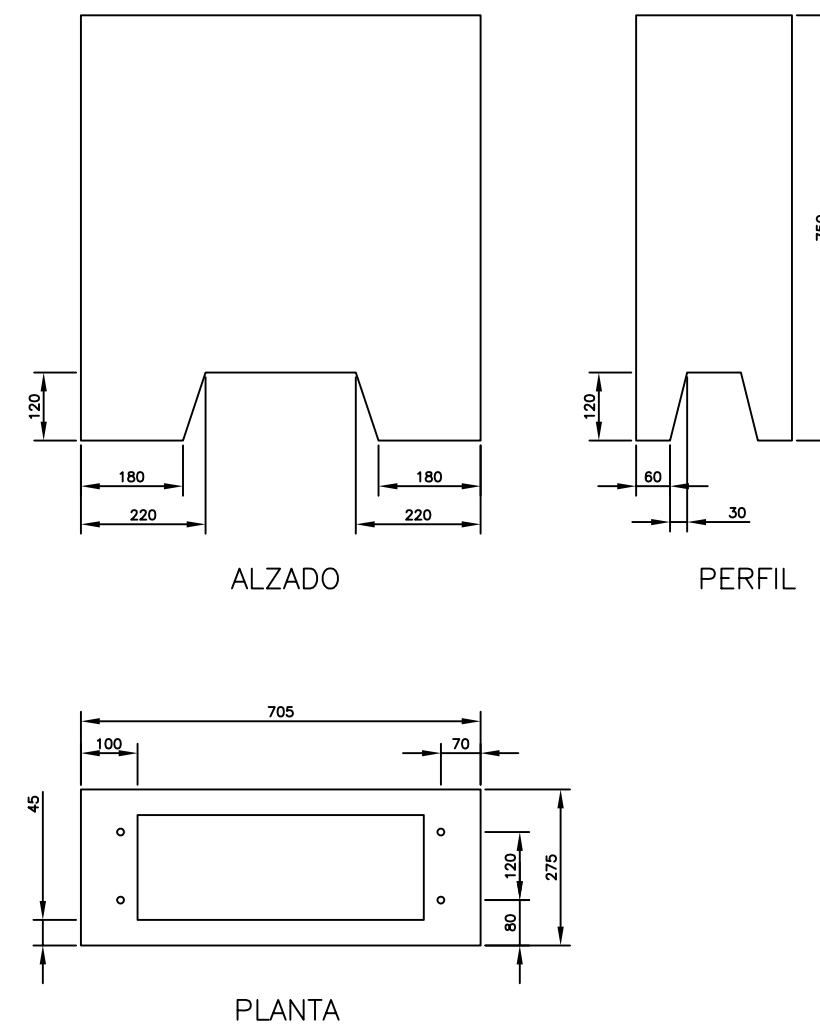


DETALLE ARMARIO DE PROTECCIÓN  
Y MEDIDA



NOTA: La unión de los armarios se  
realizará con bridas



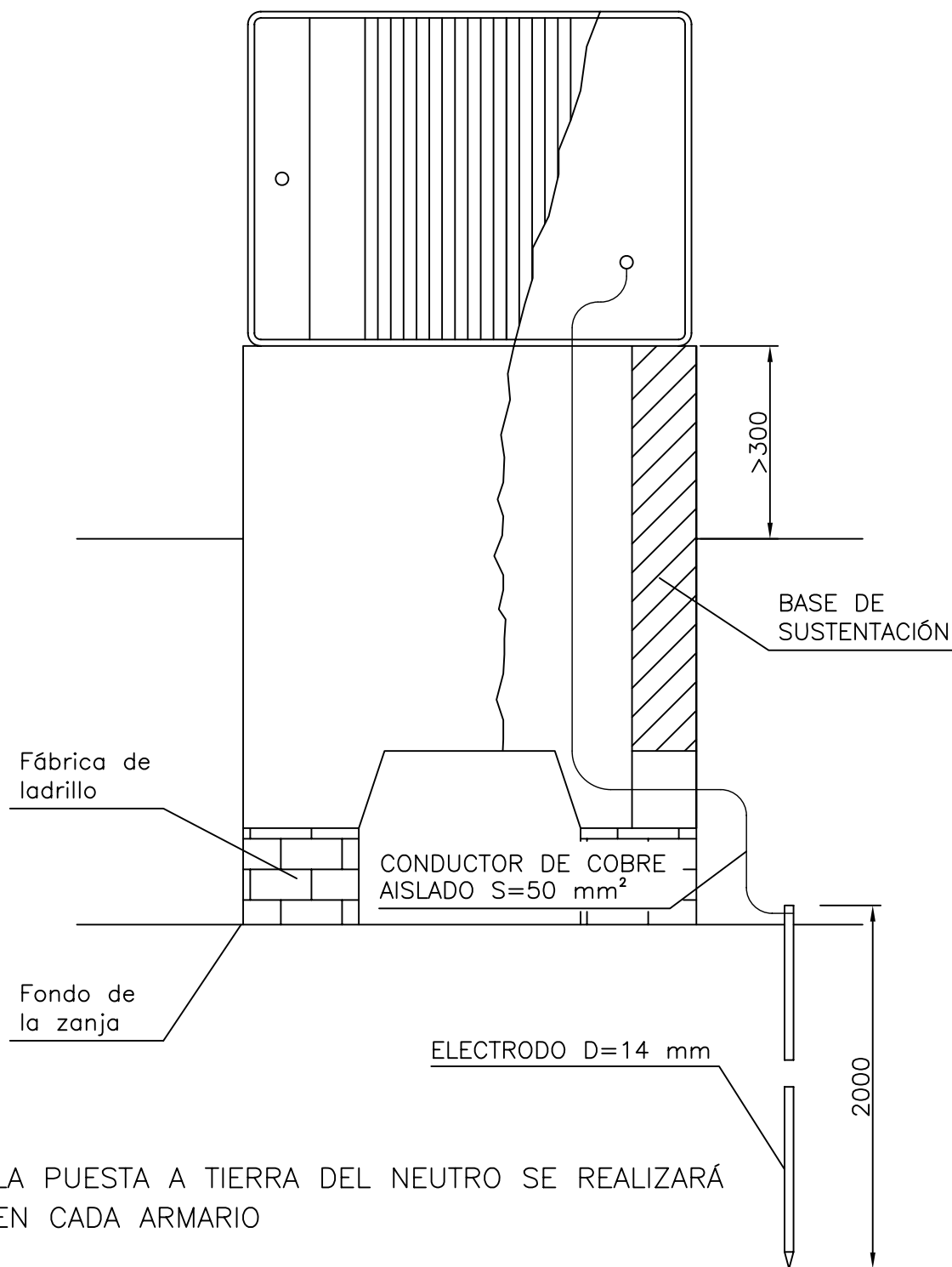
DETALLE ARMARIO DE DERIVACIÓN  
Y SECCIONAMIENTO



DETALLE BASAMENTO

	PROYECTO FIN DE CARRERA		 <b>Universidad Politécnica de Cartagena</b>		
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
<b>PROYECTO DE:</b> INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3			<b>REALIZADO:</b> INGENIERO INDUSTRIAL	<b>REVISADO:</b>	
<b>PLANO DE:</b> Detalle del basamento y de los armarios ADS y CGP-M			Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	<b>COMPROBADO:</b>	
<b>SUSTITUYE A:</b>	<b>SUSTITUIDO POR:</b>	<b>LOCALIDAD:</b> CABO DE PALOS	<b>FECHA:</b> JULIO 2013	<b>ESCALA:</b> S/E	<b>PLANO N°:</b> 5(R0)





PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de puesta a tierra del neutro

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

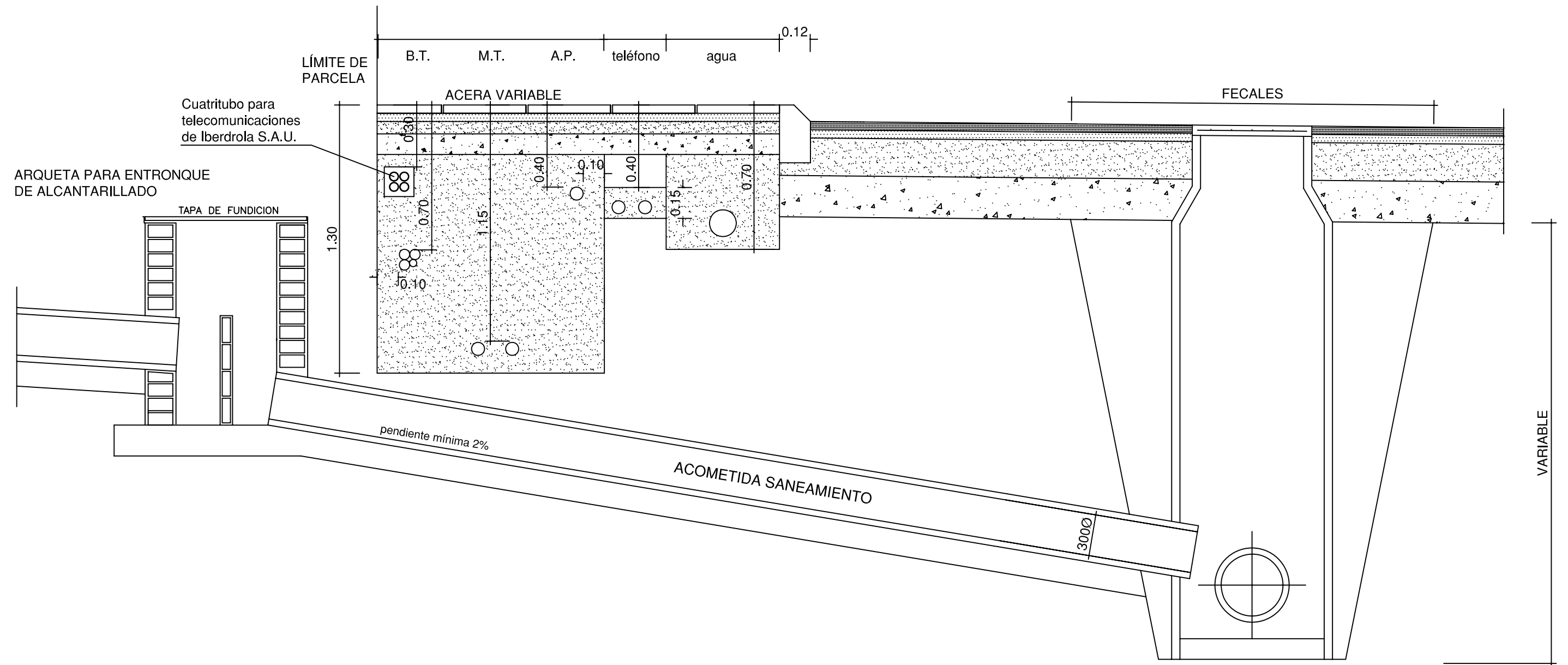
SUSTITUIDO POR:



LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
6(R0)



	PROYECTO FIN DE CARRERA			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL		REVISADO:
PLANO DE: Coordinación de servicios			Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ		COMPROBADO:
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: S/E	PLANO N°: 7(R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 91 de 112

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

#### **1.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### **1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.**

##### **1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

##### **1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.**

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 92 de 112

- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### 1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 93 de 112

- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### 1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### 1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 94 de 112

incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### **1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.**

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### **1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.**

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### **1.2.10. DOCUMENTACIÓN.**

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### **1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### **1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.**

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### **1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 95 de 112

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### **1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.**

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### **1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.**

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### **1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.**

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### **1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

#### **1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 96 de 112

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

### **1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

### **1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.**

#### **1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.**

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

#### **1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.**

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### **1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 97 de 112

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

### **2.1. INTRODUCCION.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico,

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 98 de 112

presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

### **3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

#### **3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 99 de 112

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

### **3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 100 de 112

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

### **3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### **3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 101 de 112

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 Km/h.

### **3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincar, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 102 de 112

encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### **3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 103 de 112

perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

### **4.1. INTRODUCCIÓN.**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Red de distribución en Baja Tensión se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### **4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

#### **4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

Los Oficios más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 104 de 112

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica.
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 105 de 112

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador,

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 106 de 112

interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### **4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.**

##### **4.2.3.1. Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.**

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m, se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 107 de 112

- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### **4.2.3.2. Relleno de tierras.**

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### **4.2.3.3. Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.**

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenos o vigas.

#### **4.2.3.4. Trabajos de manipulación del hormigón.**

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 108 de 112

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonos, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

#### **4.2.3.5. Montaje de elementos metálicos.**

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### **4.2.3.6. Montaje de prefabricados.**

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm, de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm, sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### **4.2.3.7. Albañilería.**

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

#### **4.2.3.8. Pintura y barnizados.**

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 109 de 112

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

#### **4.2.3.9. Instalación eléctrica provisional de obra.**

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 110 de 112

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### **4.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

### **5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.**

#### **5.1. INTRODUCCION.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 111 de 112

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

## **5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

### **5.2.1. PROTECCIONES DE LA CABEZA.**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

### **5.2.2. PROTECCIONES DE MANOS Y BRAZOS**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para BT.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

### **5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para BT.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

### **5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de BT.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de BT.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 112 de 112

- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

### **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

#### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### **PROYECTO FIN DE CARRERA**



### **INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE**

Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Alumno: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. i de vii

## ÍNDICE

### DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

	Pág.
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
1. OBJETO DEL PROYECTO.	1
2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.	1
2.1. NORMAS GENERALES.	1
2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.	2
2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.	2
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.	3
4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	3
4.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.	3
4.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.	3
5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	3
6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.	4
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	4
7.1. LOCAL.	4
7.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.	4
7.1.1.1. Edificio de Seccionamiento: CMS-15.	4
7.1.1.1.1. Descripción.	4
7.1.2. CIMENTACIÓN.	4
7.1.3. SOLERA Y PAVIMENTO: PLACA PISO.	5
7.1.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES: ENVOLVENTE.	5
7.1.5. TABIQUERÍA INTERIOR.	5
7.1.6. CUBIERTAS.	5
7.1.7. FORJADOS Y CUBIERTAS.	5
7.1.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS.	5
7.1.8.1. Acabado.	5
7.1.9. VARIOS.	5
7.1.9.1. Accesos.	5

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. ii de vii

	Pág.
7.1.9.2. Ventilación.	6
7.1.9.3. Alumbrado.	6
7.1.9.4. Varios.	6
7.1.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO.	6
7.1.10.1. Características detalladas.	6
7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	6
7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.	6
7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	7
7.2.2.1. Celda de entrada.	8
7.2.2.2. Celda de salida.	9
7.2.2.3. Celda de protección.	10
7.2.2.4. Celda de seccionamiento de la compañía.	10
7.2.2.5. Celda de medida.	10
7.2.2.6. Celda del transformador.	11
7.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN.	11
7.2.3.1. Embarrado general. Interconexiones de MT.	11
7.2.3.2. Piezas de conexión.	11
7.2.3.3. Aisladores de apoyo.	11
7.2.3.4. Aisladores de paso.	11
7.2.3.5. Defensa de transformadores.	11
7.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	11
7.4. PUESTA A TIERRA.	11
7.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN	11
7.4.2. TIERRA DE SERVICIO.	12
7.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO	12
7.5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN	12
7.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE BAJA TENSIÓN.	12
7.5.2.1. Interconexiones de BT.	12
7.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.	12
7.6.1. ALUMBRADO.	12
7.6.1.1. Equipo de iluminación general.	12
7.6.1.2. Equipo de iluminación de emergencia.	12
7.6.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES (EN SU CASO).	12
7.6.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS	12
7.6.4. VENTILACIÓN.	12

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iii de vii

	Pág.
7.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD.	12
7.6.6. ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.	13
7.7. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.	13
8. <i>PRESUPUESTO GENERAL.</i>	13
9. <i>CONCLUSIÓN.</i>	13
 <b>ANEXO Nº1: INICIO DE LAS OBRAS</b>	 <b>14</b>
 <b>ANEXO Nº2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS</b>	 <b>15</b>

## **DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

	Pág.
1. <i>INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.</i>	17
2. <i>INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.</i>	17
3. <i>CORTOCIRCUITOS.</i>	18
3.1. OBSERVACIONES.	18
3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.	18
3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	18
3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	18
4. <i>CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL EMBARRADO Y CUADRO DE BT.</i>	19
4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.	19
4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.	19
4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.	19
5. <i>SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y DE LOS FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.</i>	19
5.1. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.	20
6. <i>DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.</i>	20
7. <i>DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.</i>	21
8. <i>CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.</i>	21

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iv de vii

	Pág.
8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	21
8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	21
8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.	22
8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	22
8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	24
8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	24
8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.	25
8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.	26
8.9. CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.	26

### **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES**

	Pág.
1. CALIDADES DE LOS MATERIALES.	27
1.1. OBRA CIVIL.	27
1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	27
1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.	27
1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.	27
2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.	28
2.1. NORMAS GENERALES.	28
2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.	29
2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.	29
3. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.	29
4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.	30
4.1. PUESTA EN SERVICIO.	30
4.2. SEPARACIÓN DE SERVICIO.	30
4.3. MANIOBRAS DE MANTENIMIENTO.	31
4.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	31
4.5. SEGURIDAD PÚBLICA.	31

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. v de vii

	Pág.
5. <i>REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.</i>	32
6. <i>CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.</i>	32
7. <i>LIBRO DE ÓRDENES.</i>	32
8. <i>MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.</i>	32
8.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.	32
8.2. MATERIAL ELÉCTRICO.	32
8.3. MAQUINARIA.	32
8.4. PARTIDAS ALZADAS.	33
8.5. MEDIOS AUXILIARES.	33
9. <i>DISPOSICIONES GENERALES.</i>	33
9.1. PLAN DE OBRAS.	33
9.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.	33
9.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.	33
9.4. PLAZO DE GARANTÍA.	33
9.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.	33
9.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.	34
9.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.	34
9.8. JORNALES MÍNIMOS.	34
9.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.	34
9.10. DISPOSICIÓN FINAL.	34

### **DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO**

	Pág.
1. <i>PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.</i>	35
2. <i>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.</i>	37
3. <i>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.</i>	37

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. vi de vii	

## **DOCUMENTO N°5: PLANOS**

	Pág.
<b>LISTADO DE PLANOS</b>	<b>38</b>
1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.	1 (R0)
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.	2 (R0)
3. UBICACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN EL PLAN PARCIAL CP-3.	3 (R0)
4. PASO DE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN AL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	4 (R0)
5. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	5 (R0)
6. DETALLE DE LA RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	6 (R0)
7. DETALLES DE CONEXIÓN DE CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN Y PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	7 (R0)
8. DIMENSIONES EXTERIORES E INTERIORES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	8 (R0)
9. DETALLE DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	9 (R0)
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.	10 (R0)

## **DOCUMENTO N°6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

	Pág.
1. OBJETO.	49
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.	49
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.	49
2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	49
2.3. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.	49
2.4. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.	49
2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.	49
3. MEMORIA.	50
3.1. OBRA CIVIL. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.	50



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. vii de vii

	Pág.
3.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.	50
3.1.1.1. Riesgos más frecuentes.	50
3.1.1.2. Medidas de preventivas.	50
3.1.2. ESTRUCTURA.	50
3.1.2.1. Riesgos más frecuentes.	50
3.1.2.2. Medidas de preventivas.	51
3.1.3. CERRAMIENTOS.	51
3.1.3.1. Riesgos más frecuentes.	51
3.1.3.2. Medidas de preventivas.	51
3.1.4. ALBAÑILERÍA.	51
3.1.4.1. Riesgos más frecuentes.	51
3.1.4.2. Medidas de preventivas.	52
3.2. MONTAJE. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN.	52
3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.	
3.2.1.1. Riesgos más frecuentes.	52
3.2.1.2. Medidas de preventivas.	52
3.2.2. MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE BAJA TENSIÓN.	52
3.2.2.1. Riesgos más frecuentes.	52
3.2.2.2. Medidas de preventivas.	52
3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.	53
3.2.3.1. Riesgos más frecuentes.	53
3.2.3.2. Medidas de preventivas.	53
4. ASPECTOS GENERALES.	53
4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.	53
5. NORMATIVA APLICABLE.	54
5.1. NORMAS OFICIALES	54

## **DOCUMENTO Nº7: RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

	Pág.
<b>RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS</b>	<b>55</b>





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 1 de 55

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. OBJETO DEL PROYECTO.

Por orden del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena se ordena la redacción del presente proyecto, con el fin de definir las características y obras necesarias para dotar el Plan Parcial CP-3 de Cabo de Palos, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO), de los Centros de Transformación necesarios para el suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a parcelas industriales y alumbrado viario y espacios libres correspondientes.

Así mismo, se pretende obtener de los Organismos competentes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la aprobación del mismo y las correspondientes licencias administrativas y autorizaciones para la puesta en marcha de la instalación que se relaciona.

El objeto del presente proyecto es describir las instalaciones, definir las condiciones técnicas y legales que han de cumplirse así como las de seguridad tanto de las instalaciones como del personal que las ejecutará, definiendo las instalaciones de alta y de baja tensión.

En la redacción del mismo se han tenido en cuenta las disposiciones de aplicación en este tipo de instalaciones eléctricas, basándonos en el vigente Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre).

El uso de la energía eléctrica que suministrará el Centro de Transformación objeto del presente proyecto se justificará en el punto 6 de la Memoria.

### 2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

#### 2.1. NORMAS GENERALES.

- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09* (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación* (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, BOE 01/12/1982).
- *Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación* (Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, BOE 25/10/1984).
- *Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias*. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias* (BOE Nº224 de 18/09/2002).
- *Autorización de Instalaciones Eléctricas* (Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994).
- *Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores*. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 2 de 55

- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27 de diciembre de 2000).*
- *Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE de 18 de marzo de 2008).*
- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 2949/1982, de 15 de octubre, de Acometidas Eléctricas.*
- *NTE-IEP. Norma tecnología de 24/03/1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a tierra.*
- *Normas UNE / IEC y recomendaciones UNESA.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Revisión del Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Ordenanzas municipales del Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.*
- *Normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).*
- *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.*
- *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*
- *Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- *Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*
- *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Cualquier normativa y Reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.*

## 2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.

- *CEI 62271-202      UNE-EN 62271-202*  
Centros de Transformación prefabricados.
- *NBE-X*  
Normas Básicas de la Edificación.

## 2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.

- *CEI 62271-1      UNE-EN 60694*  
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- *CEI 61000-4-X      UNE-EN 61000-4-X*  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- *CEI 62271-200      UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)*



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 3 de 55

Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.

- *CEI 62271-102*      *UNE-EN 62271-102*  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- *CEI 62271-103*      *UNE-EN 60265-1*  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.
- *CEI 62271-105*      *UNE-EN 62271-105*  
Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

### **3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.**

En el correspondiente plano de situación se refleja la situación de las obras objeto del proyecto de Centro de Seccionamiento para protección de la línea de alimentación del centro de transformación exterior (intemperie) existente en la parcela de la empresa dedicada a náutica, ubicado en la parcela At1/2A de la Unidad de Actuación N°1 del Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el P.G.M.O.

### **4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.**

#### **4.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.**

El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

#### **4.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.**

El titular final para la instalación de centro de seccionamiento será la compañía suministradora de energía eléctrica IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., con NIF nº A-95.075.578 y domicilio social en C/ Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

### **5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.**

El centro de seccionamiento tipo compañía, objeto de este proyecto, tiene la misión de garantizar la continuidad del suministro de energía eléctrica a la parcela At1/2A, sin necesidad de medición de la misma, eliminando las líneas que sobrevuelan viales públicos y transformándolas en subterráneas.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola S.A.U. a la tensión trifásica de 20 KV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en el proyecto son:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 4 de 55

CGMCOSMOS: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

## **6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.**

Dado que el centro de seccionamiento tiene la misión de garantizar la continuidad de suministro de energía eléctrica a la parcela At1/2A, eliminando las líneas que sobrevuelan viales públicos y transformándolas en subterráneas, la potencia demanda por la parcela será la propia del centro de transformación exterior existente en dicha parcela ubicado sobre un apoyo metálico.

Puesto que se trata de un centro de transformación exterior de cliente (o abonado), no es posible conocer la potencia demandada por la instalación, por ser datos internos de la compañía suministradora y por tanto sujetos a la Ley de Protección de Datos. Sin embargo, se conoce que la potencia máxima para un transformador de intemperie es de 160 KVA, siendo ésta por tanto la que se considere como potencia demandada por la instalación.

## **7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

### **7.1. LOCAL.**

El Centro de Seccionamiento objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Seccionamiento se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

#### **7.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

##### **7.1.1.1. Edificio de Seccionamiento: CMS-15.**

##### **7.1.1.1.1. Descripción.**

El centro de seccionamiento CMS es un centro de maniobra exterior, para redes de media tensión, de estructura monobloque, diseñado para su instalación en superficie, que incluye en su interior la aparamenta de MT del sistema CGMCOSMOS y los elementos de interconexión necesarios.

La operación sobre las celdas CGMCOSMOS dispuestas en su interior se realiza a través de las puertas frontales, y por ello, no es necesario introducirse en el edificio, lo que permite reducir su tamaño, y por lo tanto, su impacto sobre el entorno.

Estos centros de seccionamiento presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

#### **7.1.2. CIMENTACIÓN.**

Para la ubicación de los centros de transformación PF es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función del modelo y de la solución adoptada para la red de

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 5 de 55

tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

#### **7.1.3. SOLERA Y PAVIMENTO: PLACA PISO.**

Sobre la placa base, y a una altura de unos 500 mm, se sitúa la placa piso, que se apoya en un resalte interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### **7.1.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES: ENVOLVENTE.**

El centro de seccionamiento CMS está constituido por una construcción prefabricada monobloque de hormigón, con cubierta amovible, que forma toda la estructura tanto exterior como enterrada del mismo.

Por construcción, toda la envolvente, excepto las puertas y rejillas, fabricada en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>, está puesta a tierra, formando de esta manera una superficie equipotencial.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

El cuerpo está dotado de 4 insertos DEHA para la elevación y manipulación del edificio en conjunto. La cubierta está dotada de cáncamos para su elevación.

En la parte inferior de CMS están dispuestos los huecos semiperforados para la entrada y salida de cables.

#### **7.1.5. TABIQUERÍA INTERIOR.**

No se hace necesaria la disposición de tabiquería interior por tratarse de un local prefabricado.

#### **7.1.6. CUBIERTAS.**

No procede por tratarse de un local prefabricado.

#### **7.1.7. FORJADOS Y CUBIERTAS.**

No procede por tratarse de un local prefabricado.

#### **7.1.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS.**

##### **7.1.8.1. Acabado.**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura de color blanco en las paredes, en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### **7.1.9. VARIOS.**

##### **7.1.9.1. Accesos.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 6 de 55

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180°.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura de diseño que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro la inferior.

#### **7.1.9.2. Ventilación.**

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de “V” invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, e interiormente se complementa con una rejilla con malla mosquitera.

#### **7.1.9.3. Alumbrado.**

Al tratarse de un centro de seccionamiento de compañía, no existe apartamento de baja tensión, por lo que el personal itinerante de la compañía suministradora de energía eléctrica deberá ir dotado de un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

#### **7.1.9.4. Varios.**

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

### **7.1.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO.**

Véase apartados 7.1.1 a 7.1.9.

#### **7.1.10.1. Características detalladas.**

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores:

- Longitud: 1.700 mm.
- Fondo: 1.600 mm.
- Altura: 2.010 mm.
- Altura vista: 1.500 mm.
- Peso: 3.750 Kg.

Dimensiones de la excavación:

- Longitud: 3.900 mm.
- Fondo: 3.800 mm.
- Altura: 610 mm.

Nota: Estas dimensiones son aproximadas, en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

### **7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

#### **7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 7 de 55

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es de tipo subterráneo, con una tensión de 20 KV, nivel de aislamiento según MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía suministradora de energía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 KA eficaces.

## 7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

### **Celdas: CGMCOSMOS.**

Sistema de celdas de media tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

### **Construcción.**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

### **Seguridad.**

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

### **Inundabilidad.**

Equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

### **Grados de Protección.**

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 8 de 55	

- cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
- cuba: IK 09 según EN 5010

### **Conexión de cables.**

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

### **Enclavamientos.**

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

### **Características eléctricas.**

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

#### **7.2.2.1. Celda de entrada.**

Entrada / Salida 1: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

La celda CGMCOSMOS-L de línea con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 KV
  - Intensidad asignada: 400 A
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 9 de 55

- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 KV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 KV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 365 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1.740 mm
  - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas:
  - Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

#### Entrada / Salida 2: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

La celda CGMCOSMOS-L de línea con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 KV
  - Intensidad asignada: 400 A
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
  - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
  - Nivel de aislamiento:
    - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 KV
    - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 KV
  - Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
  - Capacidad de corte
    - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 365 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1.740 mm
  - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas:
  - Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

#### **7.2.2.2. Celda de salida.**

Véase punto 7.2.2.1.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 10 de 55

#### 7.2.2.3. Celda de protección.

No se prevé la instalación de celdas de protección del transformador.

#### 7.2.2.4. Celda de seccionamiento de la compañía.

Seccionamiento compañía: **CGMCOSMOS-P Protección ruptor-fusible**

La función es proteger la instalación de los posibles defectos que puedan aparecer en la línea de alimentación al centro de transformación exterior.

La celda CGMCOSMOS-P de protección con ruptor-fusible con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

##### - Características eléctricas:

▪ Tensión asignada:	24 KV
▪ Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
▪ Intensidad asignada en la derivación:	200 A
▪ Intensidad fusibles:	3x16 A
▪ Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 KA
▪ Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
▪ Nivel de aislamiento:	
• Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 KV
• Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 KV
▪ Capacidad de cierre (cresta):	40 KA
▪ Capacidad de corte	
• Corriente principalmente activa:	400 A

##### - Características físicas:

▪ Ancho:	470 mm
▪ Fondo:	735 mm
▪ Alto:	1.740 mm
▪ Peso:	140 kg

##### - Otras características constructivas:

▪ Mando posición con fusibles:	manual tipo BR
▪ Combinación interruptor-fusibles:	combinados

#### 7.2.2.5. Celda de medida.

Al ser un centro de transformación de distribución tipo compañía, no se hace necesaria la incorporación de celda de medida.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 11 de 55

El centro de transformación exterior al que se pretende dotar de la continuidad de suministro de energía dispone de la correspondiente medida de energía eléctrica.

#### **7.2.2.6. Celda del transformador.**

No se prevé instalación de transformadores en el centro de seccionamiento.

### **7.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN.**

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

#### **7.2.3.1. Embarrado general. Interconexiones de MT.**

Puentes MT Entronque A/S: **Cables MT 12/20 kV**

Cables de alta tensión 12/20 kV del tipo HEPRZ-1, unipolares, con conductores de sección y material 1x240 mm<sup>2</sup> Al.

#### **7.2.3.2. Piezas de conexión.**

Las terminaciones para conexión de los puentes MT a cada uno de los seccionadores son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, para conexión a la celda CGMCOSMOS-P, es EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

#### **7.2.3.3. Aisladores de apoyo.**

No se precisan aisladores de apoyo.

#### **7.2.3.4. Aisladores de paso.**

No se precisan aisladores de paso.

#### **7.2.3.5. Defensa de transformadores.**

Al no proyectarse instalación de transformadores, no se hace necesaria la protección metálica para defensa del transformador.

### **7.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Al tratarse de un centro de transformación de distribución tipo compañía, no se efectúa medida de energía en media tensión.

### **7.4. PUESTA A TIERRA.**

#### **7.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 12 de 55

#### **7.4.2. TIERRA DE SERVICIO.**

No se prevé neutro del sistema de baja tensión, por lo que no es necesario la adopción d un sistema de tierra de servicio para la instalación.

### **7.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO.**

#### **7.5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**

No se prevé.

#### **7.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE BAJA TENSIÓN.**

##### **7.5.2.1. Interconexiones de BT.**

No se prevé.

### **7.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.**

#### **7.6.1. ALUMBRADO.**

##### **7.6.1.1. Equipo de iluminación general.**

Al tratarse de un centro de seccionamiento de compañía, no existe apartamento de baja tensión, por lo que el personal itinerante de la compañía suministradora de energía eléctrica deberá ir dotado de un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

##### **7.6.1.2. Equipo de iluminación de emergencia.**

No se prevé.

#### **7.6.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES (EN SU CASO).**

No se prevé su instalación.

#### **7.6.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS.**

Al existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que el centro esté dotado de extintores, según RAT 14.

#### **7.6.4. VENTILACIÓN.**

Se conseguirá mediante unas rejillas con lamas en forma de "V" invertida que se combina con una rejilla de mosquitera. Para asegurar una correcta ventilación del centro de transformación, la entrada de aire frío se realiza por la parte inferior, siendo evacuado el aire por las ranuras de la rejilla superior.

Las dimensiones de las rejillas se determinan en el Documento nº2: Cálculos Justificativos.

#### **7.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 13 de 55

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
4. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
5. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

#### **7.6.6. ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.**

Al existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige armario de primeros auxilios.

#### **7.7. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

### **8. PRESUPUESTO GENERAL.**

Asciende el Presupuesto de Ejecución por Contrata a la cantidad de VEINTICUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS (24.553,32 €).

### **9. CONCLUSIÓN.**

Con lo anteriormente expuesto y en unión de los documentos que se acompañan, se considera suficientemente descrita la instalación proyectada, sometiéndola a la consideración de los Organismos Competentes y quedando a su disposición para aclarar o ampliar aquello que estimen necesario.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 14 de 55

## **ANEXO Nº1: INICIO DE LAS OBRAS**

La redacción por parte del Ingeniero Industrial, autor del presente proyecto – visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia –, no implica que la obligación asumida formalmente de llevar a cabo la dirección técnica, se produzca de forma automática, o sea, que para que la ejecución material del trabajo se verifique bajo la supervisión y dirección efectiva del técnico autor del proyecto es necesario que se cumplan por parte del promotor los siguientes requisitos:

- a) Que el promotor notifique por escrito al técnico autor del proyecto que ha obtenido la correspondiente licencia administrativa que ampara la licitud del inicio de las obras proyectadas.
- b) Que el promotor notifique por escrito al técnico la fecha de inicio de las obras.
- c) Que se levante la correspondiente acta de inicio firmada por el promotor y el técnico que asume la efectiva dirección de las obras.

En caso de no cumplirse los requisitos antes indicados, el técnico autor del presente proyecto declina cualquier tipo de responsabilidad administrativa, urbanística, civil o penal que se pueda derivar como consecuencia del inicio o ejecución de las obras sin su conocimiento e intervención efectiva.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 15 de 55

## ANEXO Nº2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL

- Ud. Excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos y nivelación, para instalación de envolvente prefabricada de hormigón CMS-15, de ORMAZABAL o similar, de dimensiones 3,90 x 3,80 x 0,61 metros, incluso relleno de arena, enlosado perimetral y transporte a vertedero, totalmente acabado.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>650,00 €</b>
---------------------------	--------------	-----------------

- Ud. Edificio de transformación, prefabricado, constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo CMS-15, de dimensiones generales aproximadas 1.700 mm de largo por 1.600 mm de fondo por 2.010 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>4.400,00</b>
---------------------------	--------------	-----------------

### CAPÍTULO 2: EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN

- Ud. Celda de entrada / salida compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-L, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>2.675,00 €</b>
---------------------------	--------------	-------------------

- Ud. Celda de protección ruptor-fusible del centro de transformación exterior Marina Center compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-P, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>3.500,00 €</b>
---------------------------	--------------	-------------------

### CAPÍTULO 3: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

#### Instalaciones de tierras exteriores

- Ud. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 16 de 55

Características:

- Geometría: Anillo rectangular.
- Profundidad: 0,8 m.
- Número de picas: cuatro.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Dimensiones del rectángulo: 2.0x2.0 m.

**Sin descomposición** **Total** **1.285,00 €**

**Instalaciones de tierras interiores**

- Ud. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, grapado a la pared, y conectado a los equipos de alta tensión y demás apartamentada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

**Sin descomposición** **Total** **925,00 €**

**CAPÍTULO 4: VARIOS**

- Ud. Equipo de iluminación compuesto de:
- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.

**Sin descomposición** **Total** **400,00 €**

- Ud. Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:
- Par de guantes de amianto
  - Una palanca de accionamiento

**Sin descomposición** **Total** **250,00 €**

- PA Pequeño material de señalización y seguridad del centro de transformación, incluso candados de seguridad, colocado.

**Sin descomposición** **Total** **150,00 €**

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 17 de 55

## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.**

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1)$$

donde:

P = potencia del transformador, en KVA.

$U_p$  = tensión primaria en el transformador, en KV.

$I_p$  = intensidad primaria en el transformador, en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 KV.

Al no incluirse transformadores en este centro, la intensidad de media tensión que se debería considerar es la del bucle, que en este caso es 400 A.

No obstante, puesto que el centro de seccionamiento se va a utilizar para alimentar un centro de transformación exterior de como máximo 160 KVA, será éste el valor de potencia el que se utilice para los cálculos. Se obtiene así una intensidad primaria  $I_{p160} = 4,62$  A.

Por tanto, la intensidad total de alta tensión a alimentar por medio de este centro de seccionamiento es  $I_{pTOT} = 4,62$  A.

### **2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.**

Puesto que la maquinaria de la instalacion a alimentar con el transformador de intemperie es anterior al vigente Reglamento electrotécnico para Baja Tension, la potencia es de 160 KVA, mientras que la tensión secundaria es de 400 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2)$$

donde:

P = potencia del transformador, en KVA.

$U_s$  = tensión en el secundario del transformador, en KV.

$I_s$  = intensidad en el secundario del transformador, en A.

Para la potencia de 160 KVA, y la tensión en el secundario del transformador de 400 V en vacío, la intensidad en las salidas en vacío puede alcanzar el valor de  $I_s = 230,9$  A.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 18 de 55

### 3. CORTOCIRCUITOS.

#### 3.1. OBSERVACIONES.

Para el cálculo de las intensidades que originan un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de alta tensión, valor especificado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

#### 3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito primaria en la instalación se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (3.2.a)$$

donde:

$S_{CC}$  = potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

$U_p$  = tensión de servicio, en KV.

$I_{CCP}$  = corriente de cortocircuito primaria, en KA.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el secundario de la instalación, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{CC} \cdot U_s} \quad (3.2.b)$$

donde:

$P$  = potencia del transformador, en KVA.

$E_{CC}$  = tensión de cortocircuito del transformador, en %.

$U_s$  = tensión de servicio, en KV.

$I_{CCS}$  = corriente de cortocircuito primaria, en A.

#### 3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la expresión 3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 KV, la intensidad de cortocircuito en el primario del transformador es:

$$I_{CCP} = 10,1 \text{ KA.}$$

#### 3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para el transformador de 160 KVA de potencia, la tensión porcentual del cortocircuito del 4% y la tensión en el secundario de 400 V en vacío, la intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión será, según la expresión 3.2.b,  $I_{CCS} = 5,8 \text{ KA.}$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 19 de 55

#### **4. CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL EMBARRADO Y CUADRO DE BT.**

Las celdas habrán sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

##### **4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor.

Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

##### **4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada mediante la expresión 3.2.a de este Documento, por lo que:

$$I_{CC(din)} = 2,5 \cdot I_{CCP} = 14,5 \text{ KA.}$$

##### **4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la norma en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{CC(ter)} = 5,8 \text{ KA.}$$

#### **5. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y DE LOS FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.**

Al no haber transformadores en el centro de seccionamiento no es preciso instalar proteccion de transformador en media o en baja tension.

Sin embargo es preciso proteger la línea que alimenta el centro de transformación exterior de 160 KVA, lo que conlleva a que el transformador esté protegido tanto en alta tensión como en baja tensión. En alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

La protección en alta tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 20 de 55

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección del transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 16 A.

Tanto el transformador de 160 KVA cuenta con los dispositivos de seguridad para evitar que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles como las salidas de baja tensión disponen de fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 3.4.

#### **5.1. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red. La intensidad nominal demandada por el transformador de 160 KVA es igual a 4,62 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### **6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.**

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot (\Delta T)^3}} \quad (6)$$

donde:

$W_{Cu}$  = pérdidas en el cobre del transformador, en w.

$W_{Fe}$  = pérdidas en el hierro del transformador, en w.

K = coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada, entre 0,35 y 0,40.

h = distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida, en m.

$\Delta T$  = aumento de temperatura del aire, en °C.

$S_r$  = superficie mínima de las rejillas de entrada, en mm<sup>2</sup>.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 21 de 55

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los centros de transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein, en Vizcaya (España):

- 92202-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 KVA.
- 99827-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 KVA.

Al no incluirse transformadores en esta aplicación, no es necesario que se disponga de ventilación adicional en el centro de seccionamiento.

## **7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.**

Al no incluirse transformadores en el centro de seccionamiento, no es necesario que se disponga de pozo apagafuegos.

## **8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.**

### **8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este centro de transformación, se determina la resistividad media en 150 ohmios·m.

### **8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.**

En las instalaciones de alta tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- **Tipo de neutro.**

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a ésta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- **Tipo de protecciones.**

Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 22 de 55

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### **8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo representadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de seccionamiento, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### **8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.**

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ KV.}$

Características de la red de alimentación:

- Limitación de la intensidad a tierra:  $I_{dm} = 500 \text{ A.}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de baja tensión:

- $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra,  $R_0 = 150 \text{ ohm}\cdot\text{m.}$
- Resistencia del hormigón,  $R'_0 = 3.000 \text{ ohm}\cdot\text{m.}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio del centro de transformación, y la intensidad del defecto se obtienen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (8.4.a)$$

donde:

$I_d$  = intensidad de falta a tierra, en A.  
 $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.  
 $V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión, en V.

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (8.4.b)$$

donde:

$I_{dm}$  = limitación de la intensidad de falta a tierra, en A.  
 $I_d$  = intensidad de falta a tierra, en A.

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

Y la resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ ohmios}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 23 de 55

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener un valor para  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

El valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo se obtiene a partir de la expresión:

$$K_r = \frac{R_t}{R_0} \quad (8.4.c)$$

donde:

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.

$R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.

$K_r$  = coeficiente del electrodo.

#### Centro de transformación.

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 20-20/8/42
- Geometría del sistema: anillo rectangular
- Distancia de la red: 2,0 x 2,0 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros.

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia,  $K_r = 0,129$
- De la tensión de paso,  $K_p = 0,0231$
- De la tensión de contacto,  $K_c = 0,0699$

#### Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \quad (8.4.d)$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 24 de 55

donde:

$K_r$  = coeficiente del electrodo

$R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.

$R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.

Por lo que para el centro de transformación:

$$R'_t = 19,35 \text{ ohmios}$$

La intensidad de defecto real,  $I'_d$ , tal y como indica la fórmula 8.4.b es:

$$I'_d = 500 \text{ A}$$

### **8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_d \cdot I'_d \quad (8.5.a)$$

donde:

$R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.

$I'_d$  = intensidad de defecto, en A.

$V'_d$  = tensión de defecto, en V.

por lo que en el centro de transformación:

$$V'_d = 9.675 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la expresión:

$$V'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (8.5.b)$$

donde:

$K_c$  = coeficiente de contacto.

$R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.

$I'_d$  = intensidad de defecto, en A.

$V'_c$  = tensión de paso en el acceso, en V.

por lo que tendremos en el centro de transformación:

$$V'_c = 5.242,5 \text{ V}$$

### **8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

La tensión de paso en el exterior vendrá dada por:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (8.6)$$



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 25 de 55

donde:

- $K_p$  = coeficiente de paso.
- $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.
- $I'_d$  = intensidad de defecto, en A.
- $V'_p$  = tensión de paso en el exterior, en V.

por lo que para este caso, la tensión de paso en el centro de seccionamiento será:

$$V'_p = 1.732,5 \text{ V}$$

### **8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.**

#### **Centro de seccionamiento.**

Los valores admisibles son, para una duración total d la falta, igual a:

$$\begin{aligned} t &= 0,7 \text{ segundos.} \\ K &= 72 \\ n &= 1 \end{aligned}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_0}{1000} \right) \quad (8.7.a)$$

donde:

- $K$  = coeficiente.
- $t$  = tiempo total de duración de la falta, en segundos.
- $n$  = coeficiente.
- $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.
- $V_p$  = tensión de paso en el exterior, en V.

por lo que, para este caso:

$$V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1000} \right) \quad (8.7.b)$$

donde:

- $K$  = coeficiente.
- $t$  = tiempo total de duración de la falta, en segundos.
- $n$  = coeficiente.
- $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.
- $R'_0$  = resistividad del hormigón, en ohm·m.
- $V_{p(acc)}$  = tensión admisible de paso en el acceso, en V.

por lo que, para este caso:

$$V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 26 de 55

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este centro de transformación son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1.732,5 \text{ V} < V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 5.242,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

- Tensión de defecto:

$$V'_d = 9.675 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

- Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} \leq I_{dm} = 500 \text{ A}$$

### **8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.**

En este caso no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1.000 V indicados.

En el centro de seccionamiento no existe ninguna tierra de servicios luego no existirá ninguna transferencia de tensiones.

### **8.9. CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 27 de 55

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. CALIDADES DE LOS MATERIALES.**

#### **1.1. OBRA CIVIL.**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadro y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

#### **1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:**

El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- **Corte:**

El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

#### **1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.**

En esta instalacion no se emplean transformadores depotencia.

#### **1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.**

Al tratarse de un centro para distribución pública, no se incorpora celda de medida de energía en alta tensión, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en baja tensión, atendiendo a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 28 de 55

## 2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de la instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

### 2.1. NORMAS GENERALES.

- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).*
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, BOE 01/12/1982).*
- *Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, BOE 25/10/1984).*
- *Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE Nº224 de 18/09/2002).*
- *Autorización de Instalaciones Eléctricas (Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994).*
- *Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994.*
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27 de diciembre de 2000).*
- *Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE de 18 de marzo de 2008).*
- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 2949/1982, de 15 de octubre, de Acometidas Eléctricas.*
- *NTE-IEP. Norma tecnología de 24/03/1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a tierra.*
- *Normas UNE / IEC y recomendaciones UNESA.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Revisión del Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Ordenanzas municipales del Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.*
- *Normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).*
- *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.*
- *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 29 de 55

- *Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- *Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*
- *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Cualquier normativa y Reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.*

## **2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.**

- *CEI 62271-202      UNE-EN 62271-202*  
Centros de Transformación prefabricados.
- *NBE-X*  
Normas Básicas de la Edificación.

## **2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.**

- *CEI 62271-1      UNE-EN 60694*  
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- *CEI 61000-4-X      UNE-EN 61000-4-X*  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- *CEI 62271-200      UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)*  
Aparamenta bajo envoltorio metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.
- *CEI 62271-102      UNE-EN 62271-102*  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- *CEI 62271-103      UNE-EN 60265-1*  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.
- *CEI 62271-105      UNE-EN 62271-105*  
Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

## **3. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentra en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

De forma más concisa, tales pruebas, ensayos y revisiones serán:

- Prueba de operación mecánica.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 30 de 55

- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación del cableado.
- Ensayo a frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo a onda de choque 1,2/50 milisegundos.
- Verificación del grado de protección.

#### **4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro, se utilizará el banquillo, palanca de accionamiento, guantes dieléctricos, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

##### **4.1. PUESTA EN SERVICIO.**

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

- 1º. Conexión del interruptor / seccionador de entrada, si lo hubiere.
- 2º. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de alta tensión, se procederá a conectar la red de baja tensión, si la hubiere.

##### **4.2. SEPARACIÓN DE SERVICIO.**

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 31 de 55

#### **4.3. MANIOBRAS DE MANTENIMIENTO.**

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuesen necesarios.

Las celdas tipo CGMCOSMOS, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartament interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

#### **4.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en los apartados F y G del párrafo 1.4 de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán prendas de trabajo sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc, que se utilicen no serán de material conductor.

Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección individual, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese de la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### **4.5. SEGURIDAD PÚBLICA.**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales o cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc, que en uno u otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 32 de 55

## **5. REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.**

Serán las determinadas por la reglamentación vigente en la materia, y responsabilidad del usuario / titular del centro de transformación proyectado; en este caso, Iberdrola.

## **6. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificado de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

## **7. LIBRO DE ÓRDENES.**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## **8. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.**

### **8.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.**

Se medirán por unidades terminadas y medidas sobre el terreno tal y como se encuentra al realizarlas, y se abonarán a los precios especificados en el cuadro de precios, que resume el coste de las operaciones y materiales necesarios para dejar terminadas estas obras. No se abonarán los excesos de obra realizados por el contratista que no figuren detallados en planos o hayan sido autorizados por la Dirección Técnica.

Los precios de excavación se entienden en cualquier tipo de terreno, pudiendo el contratista hacer uso de la maquinaria auxiliar que estime oportuna, pero en ningún caso se aceptará sobreprecio por su empleo, por dificultad o dureza del terreno o por roturas en servicios existentes.

### **8.2. MATERIAL ELÉCTRICO.**

El abono de estos materiales se hará por unidades colocadas y tras recuento minucioso de todas y cada una de las piezas instaladas, comprendiendo en sus precios todas las operaciones necesarias para su montura y anclaje de acuerdo con el cuadro de precios.

### **8.3. MAQUINARIA.**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 33 de 55

Asimismo, el abono de estas partidas se realizará por unidades colocadas y en orden de funcionamiento; como excepción, se podrán certificar partidas que no estén en orden de funcionamiento cuando se encuentren físicamente en su ubicación definitiva a falta de conexión o de suministro de fluidos refrigerantes o de proceso, siempre que se demuestre la conveniencia de no completar el equipamiento o la imposibilidad de realizarlo; en este caso, la certificación se realizará a título de acopio, en una fracción del total que será apreciada por el Director de las Obras.

#### **8.4. PARTIDAS ALZADAS.**

El abono de estas partidas alzadas será justificado por el Técnico encargado de las sobras discrecionalmente, según coste de materiales u otros medios empleados.

#### **8.5. MEDIOS AUXILIARES.**

Serán de cuenta del contratista todos los medios auxiliares que sea preciso emplear en las obras, de manera que ser realicen en la forma especificada, y será responsable de cuantas incidencias se produzcan por faltas en su debido empleo.

### **9. DISPOSICIONES GENERALES.**

#### **9.1. PLAN DE OBRAS.**

El contratista antes de empezar las obras objeto del presente proyecto, deberá presentar al Técnico encargado un Plan detallado de la ejecución con indicación de los plazos parciales para la realización de las distintas unidades de obra.

#### **9.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.**

Antes de la instalación de cualquier material maquinaria susceptible de ser elegido entre los dos de distintas procedencia, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras, muestras y relaciones de marcas de todos los elementos a emplear y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazado por la Dirección Técnica de la obra aún después de colocados si no cumpliesen las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones.

Se realizarán análisis y pruebas que se ordenen por la Dirección de la obra en laboratorios que esta designe, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

#### **9.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.**

Deberán dar comienzo antes de los 10 días naturales contados desde la realización del replanteo de las obras.

#### **9.4. PLAZO DE GARANTÍA.**

Durante los doce meses siguientes a la terminación de las obras, determinadas por el Acta de Recepción, correrá de cuenta del Contratista la conservación de las mismas, así como la reparación de todos los desperfectos no atribuibles a causa de fuerza mayor que pudieran ocurrir.

#### **9.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 34 de 55

La recepción definitiva y la liquidación de las obras se realizará una vez transcurrido el período de garantía, tras haber solucionado las anomalías que se hubieran encontrado, debidas a deficiencias de ejecución no observadas en la recepción provisional.

#### **9.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo general y de replanteo parciales, los de inspección y vigilancia no técnica, mediciones, pruebas, recepción y liquidación.

#### **9.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen con la explotación de canteras, la extracción de tierra para la ejecución de los terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos; los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte y de las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras.

#### **9.8. JORNALES MÍNIMOS.**

El Contratista estará obligado a no abonar jornal inferior a los mínimos previstos en la vigente legislación laboral.

Asimismo, ingresará en los Organismos competentes las cuotas que correspondan en materia de Seguridad Social, así como las retenciones efectuadas a los trabajadores bajo el concepto de impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas.

#### **9.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.**

El Contratista viene obligado asegurar a sus obreros y empleados en la forma y condiciones que se establecen en la vigente legislación.

#### **9.10. DISPOSICIÓN FINAL.**

Cuando exista contradicción o discrepancia entre el presente documento y los restantes que componen el proyecto, prevalecerá sobre el presente lo descrito en la memoria; sobre ambos, lo descrito en los Presupuestos, y en cualquier caso, el criterio y órdenes del Director Técnico de las obras.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 36 de 55

Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

	<b>Medición</b>	<b>Precio €</b>	<b>Importe €</b>
	1	3.500,00	3.500,00
<b>Total importe equipos de alta tensión</b>			<b>8.850,00 €</b>

### CAPÍTULO 3: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

#### Instalaciones de tierras exteriores

- Ud. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular.
- Profundidad: 0,8 m.
- Número de picas: cuatro.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Dimensiones del rectángulo: 2.0x2.0 m.

	<b>Medición</b>	<b>Precio €</b>	<b>Importe €</b>
	1	1.285,00	1.285,00

#### Instalaciones de tierras interiores

- Ud. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, grapado a la pared, y conectado a los equipos de alta tensión y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

	<b>Medición</b>	<b>Precio €</b>	<b>Importe €</b>
	1	925,00	925,00

**Total importe sistema de puesta a tierra** **2.210,00 €**

### CAPÍTULO 4: VARIOS

- Ud. Equipo de iluminación compuesto de:
- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.

	<b>Medición</b>	<b>Precio €</b>	<b>Importe €</b>
	1	400,00	400,00

- Ud. Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:
- Par de guantes de amianto
  - Una palanca de accionamiento

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 37 de 55

	Medición	Precio €	Importe €
	1	250,00	250,00

PA Pequeño material de señalización y seguridad del centro de transformación, incluso candados de seguridad, colocado.

	Medición	Precio €	Importe €
	1	150,00	150,00
<b>Total importe varios</b>			<b>800,00 €</b>

## **2. TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.**

PRESUPUESTO TOTAL	
CONCEPTO	IMPORTE PARCIAL (€)
1. OBRA CIVIL	5.050,00
2. EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN	8.850,00
3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	2.210,00
4. VARIOS	800,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>16.910,00 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la referida cantidad de SESENTA Y UN MIL OCHENTA Y UN EUROS (61.081,00 €).

## **3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.**

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	16.910,00 €
Gastos Generales (6%):	1.014,60 €
Beneficio Industrial (14%):	2.367,40 €
TOTAL PRESUPUESTO	20.292,00 €
I.V.A. (21%):	4.261,32 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>24.553,32 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución por Contrata a la referida cantidad de VEINTICUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS (24.553,32 €).

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



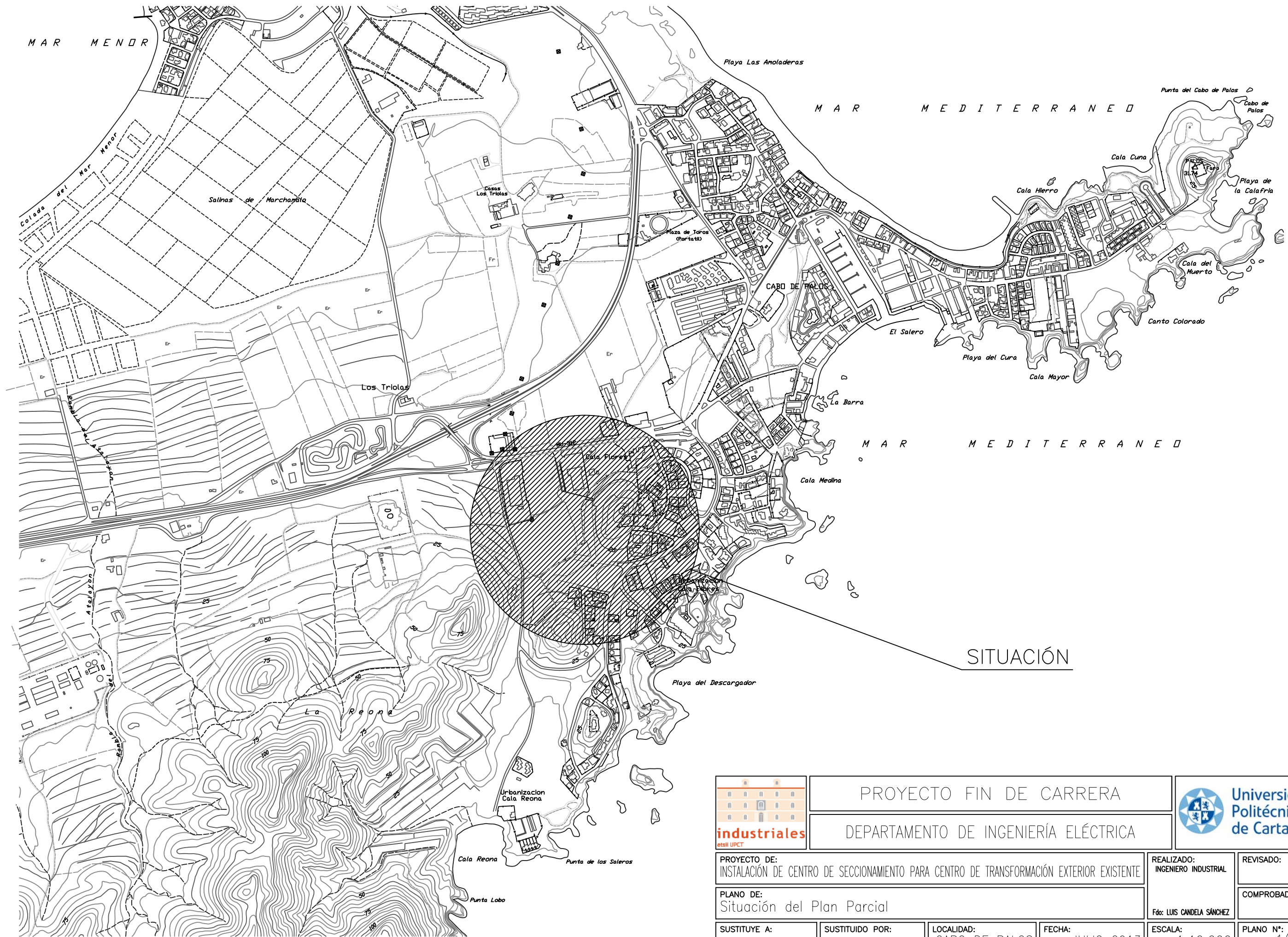
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 38 de 55

## PLANOS

### LISTADO DE PLANOS.

1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.
3. UBICACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN EL PLAN PARCIAL CP-3.
4. PASO DE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN AL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.
5. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.
6. DETALLE DE LA RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.
7. DETALLES DE CONEXIÓN DE CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN Y PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.
8. DIMENSIONES EXTERIORES E INTERIORES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.
9. DETALLE DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.





SITUACIÓN



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Situación del Plan Parcial

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:10.000

PLANO N°:  
1(R0)





PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Emplazamiento del Plan Parcial CP-3

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

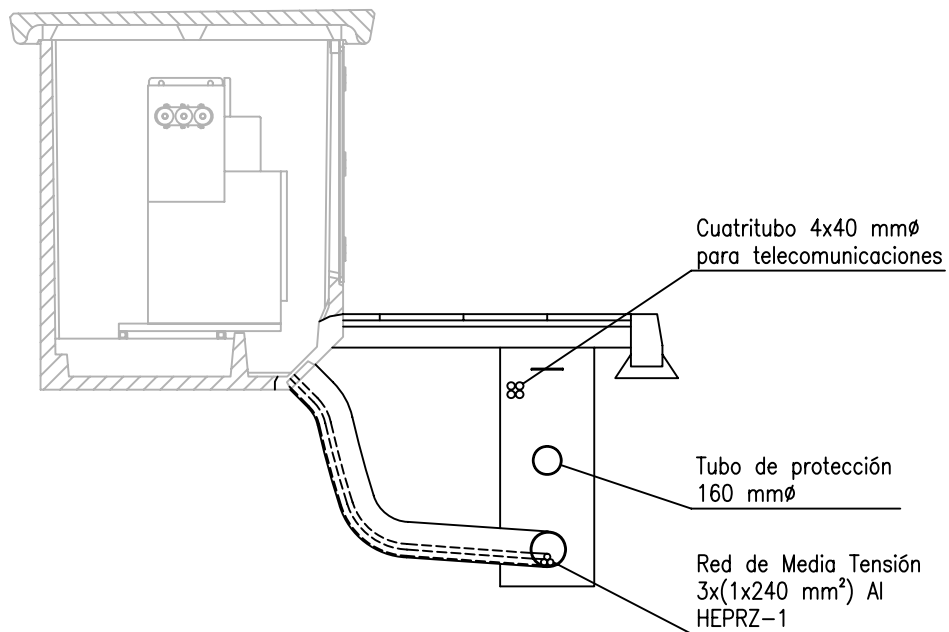
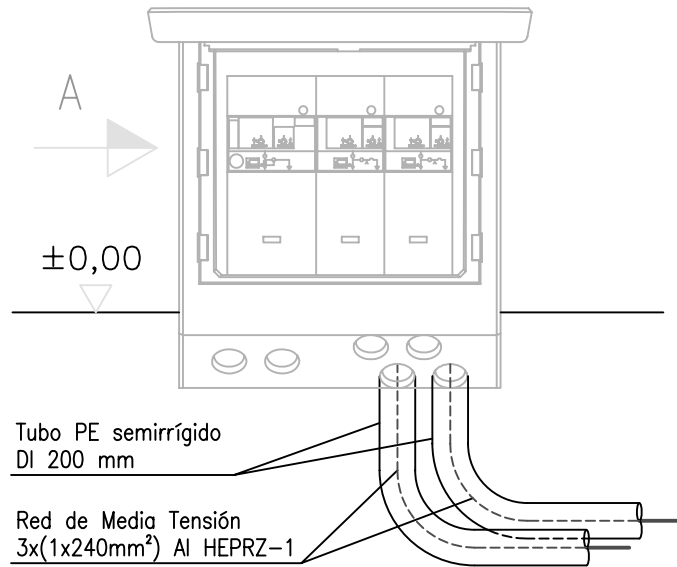
FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:2.500

PLANO N°:  
2(R0)







PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Paso de conductores de media tensión al centro de seccionamiento

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

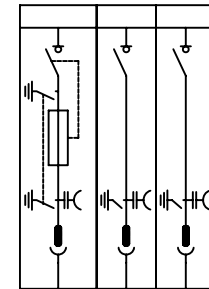
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:40

PLANO N°:  
4(R0)

CGMCOSMOS 2L+P



A SECCIONADORES 3x(1x240 mm<sup>2</sup> Al 12/20 KV HEPRZ-1)  
DE CTE MARINA CENTER

A Entronque A/S 3x(1x240 mm<sup>2</sup> Al HEPRZ-1)

A CTI n°3 630+400 KVA 3x(1x240 mm<sup>2</sup> Al HEPRZ-1)



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Esquema unifilar del centro de seccionamiento

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

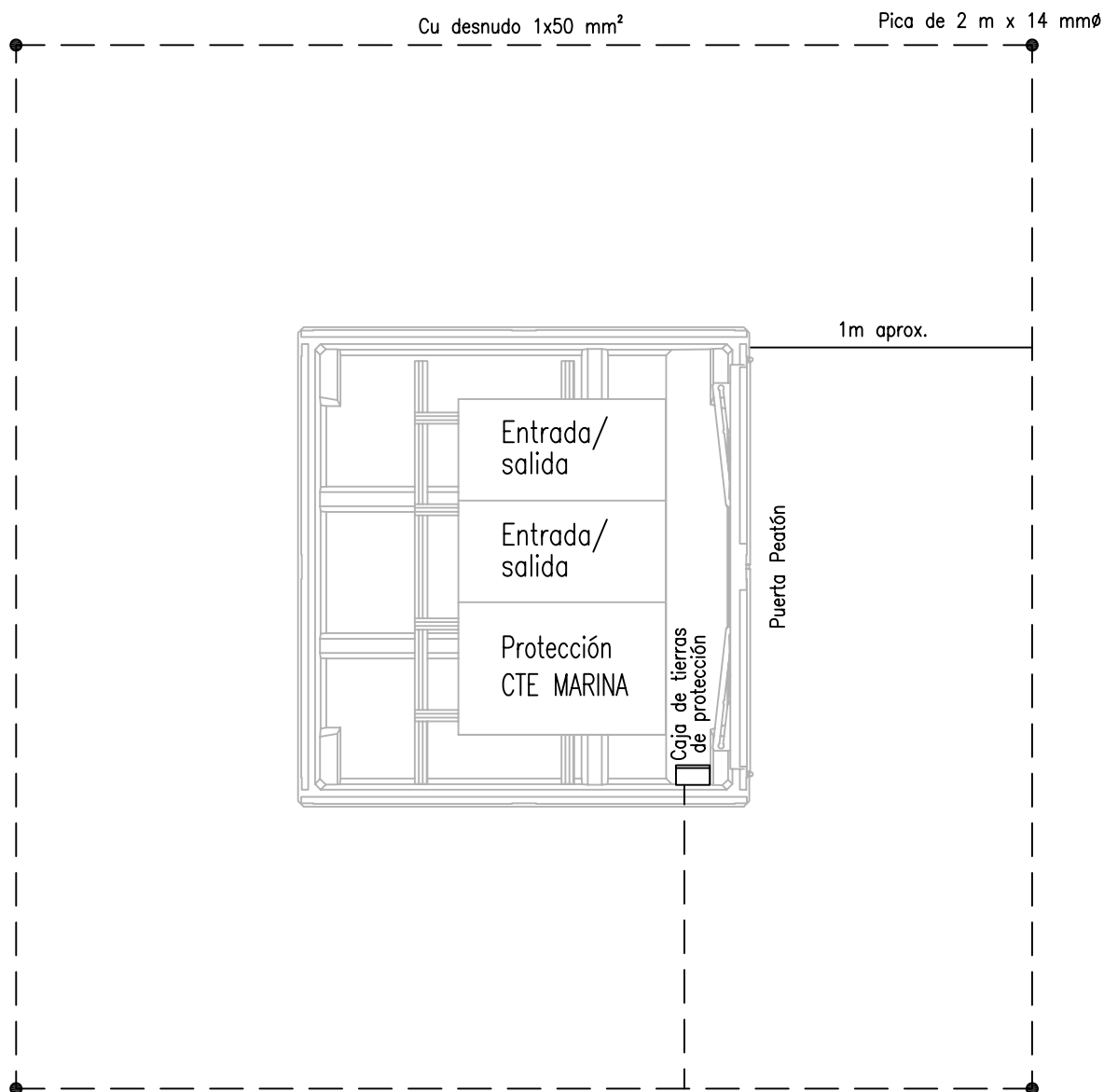
SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
5(R0)



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de la red de tierra de protección del centro de seccionamiento

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

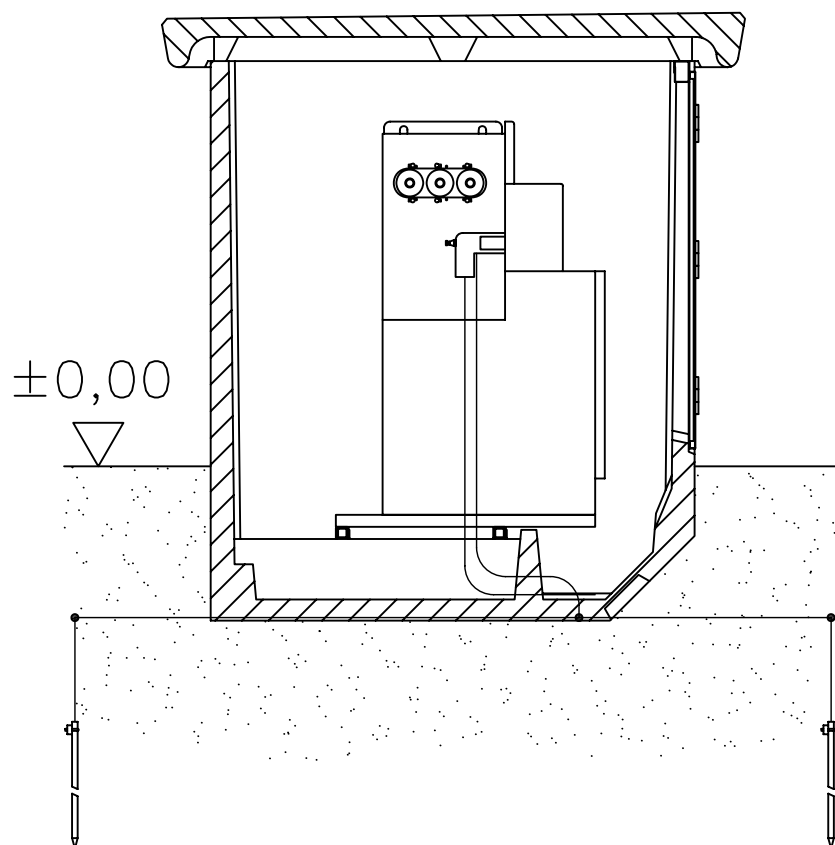
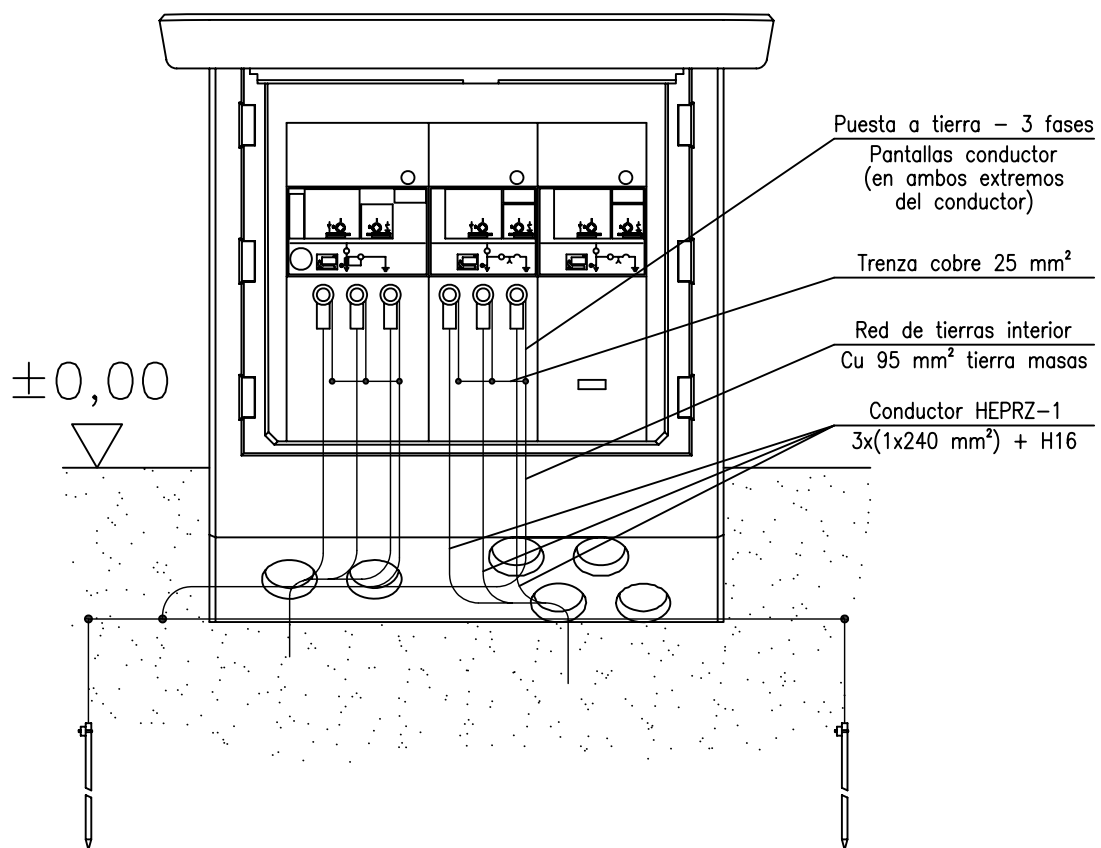
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:50

PLANO N°:  
6(R0)





PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalles de conexión de conductor de media tensión y puesta a tierra del centro de seccionamiento

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

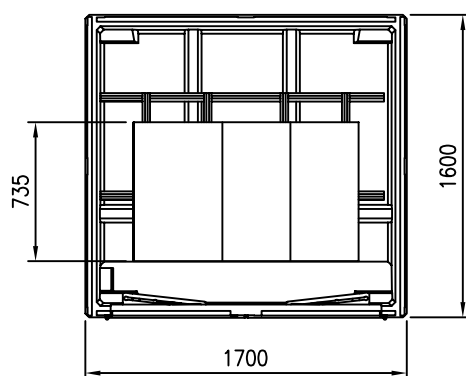
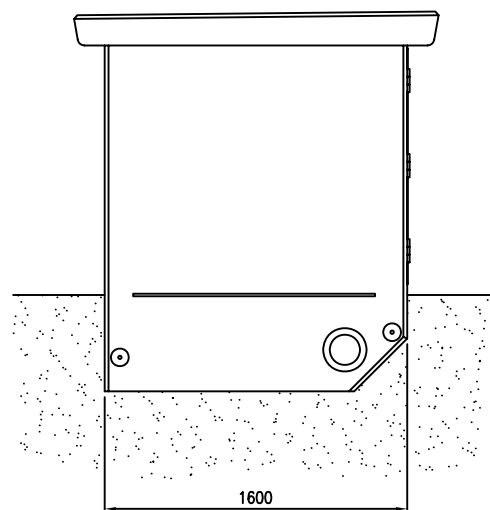
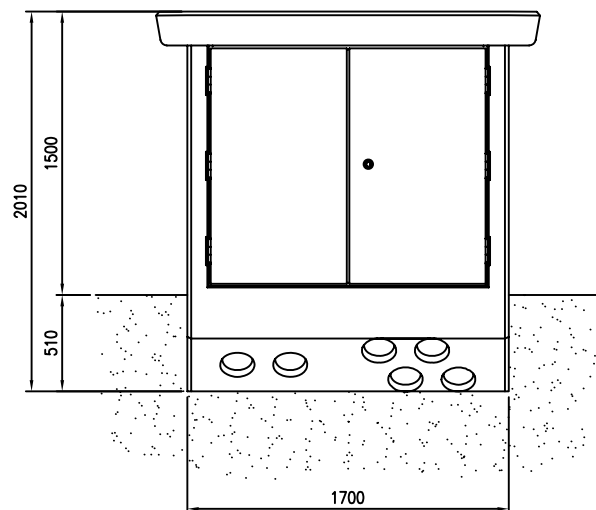
SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:25

PLANO N°:  
7(R0)



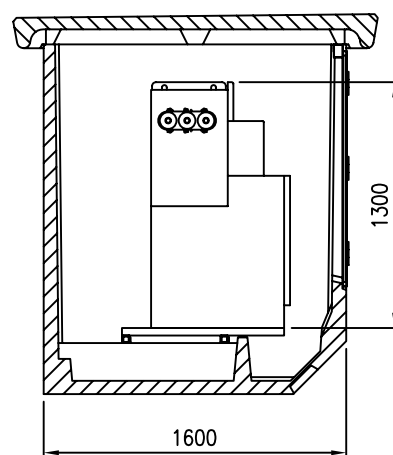
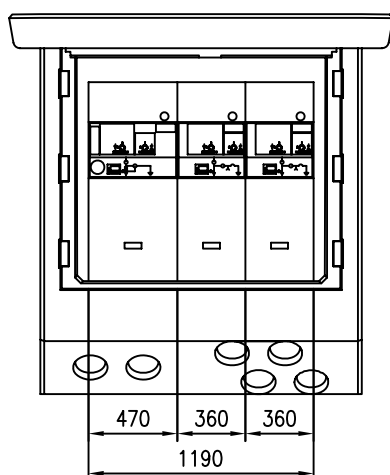
#### DIMENSIONES EXCAVACIÓN

LARGO: 3,90 m.

ANCHO: 3,80 m.

PROFUNDIDAD: 0,61 m.

### DIMENSIONES EXTERIORES



### DIMENSIONES INTERIORES



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Dimensiones exteriores e interiores del centro de seccionamiento

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

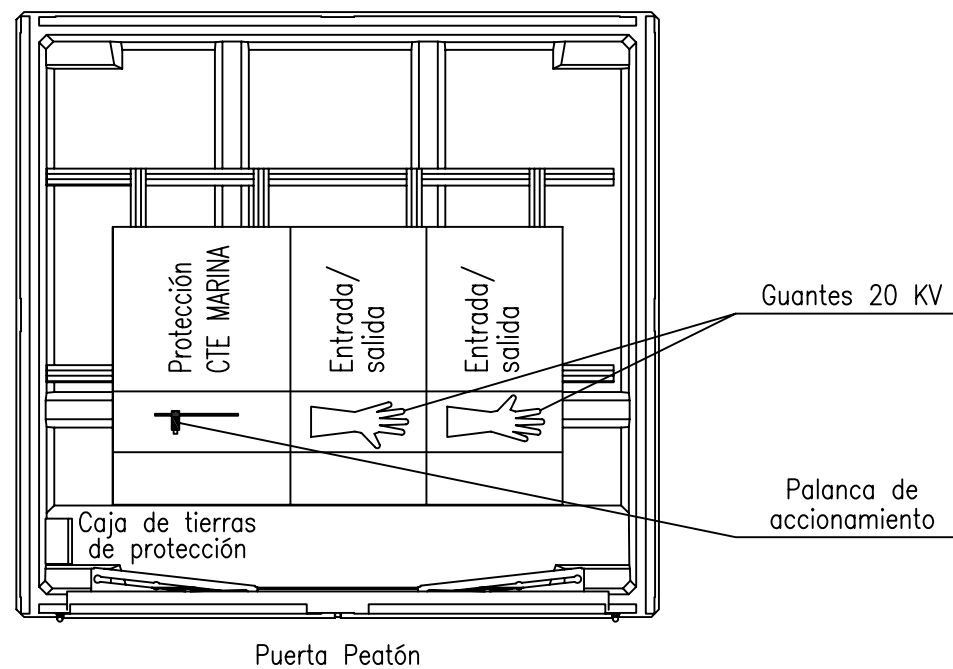
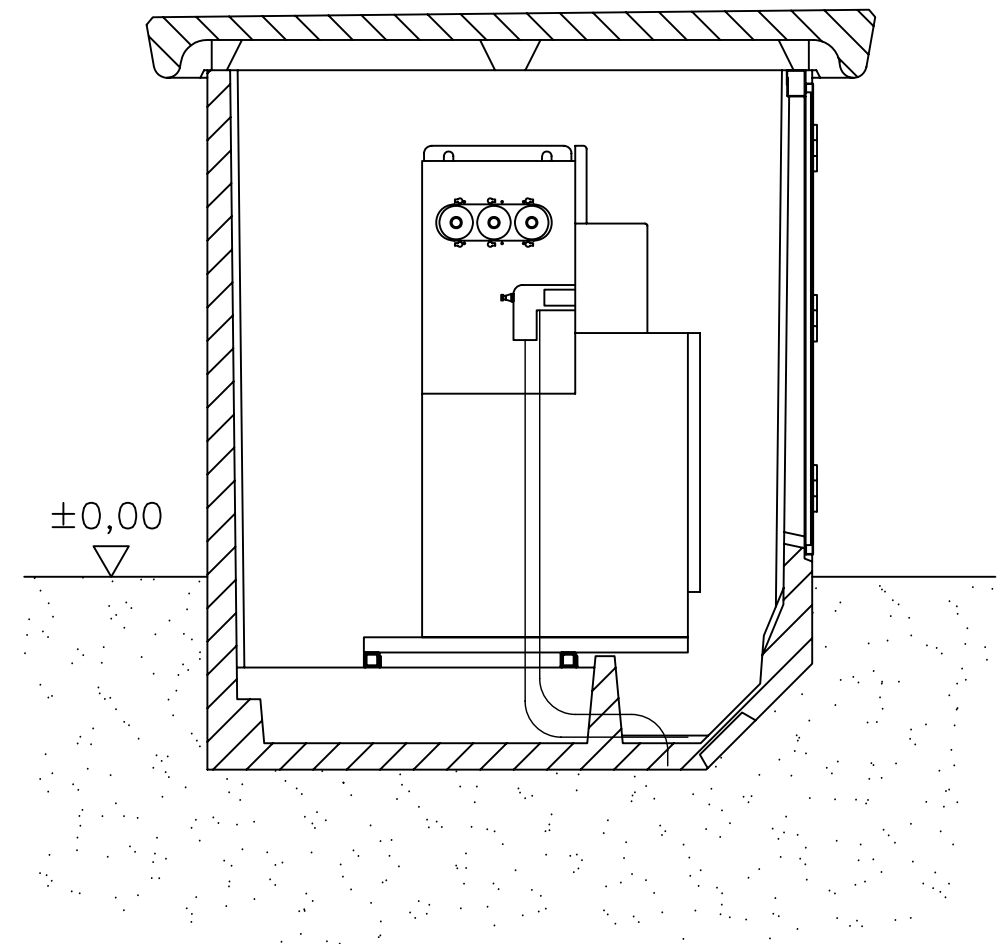
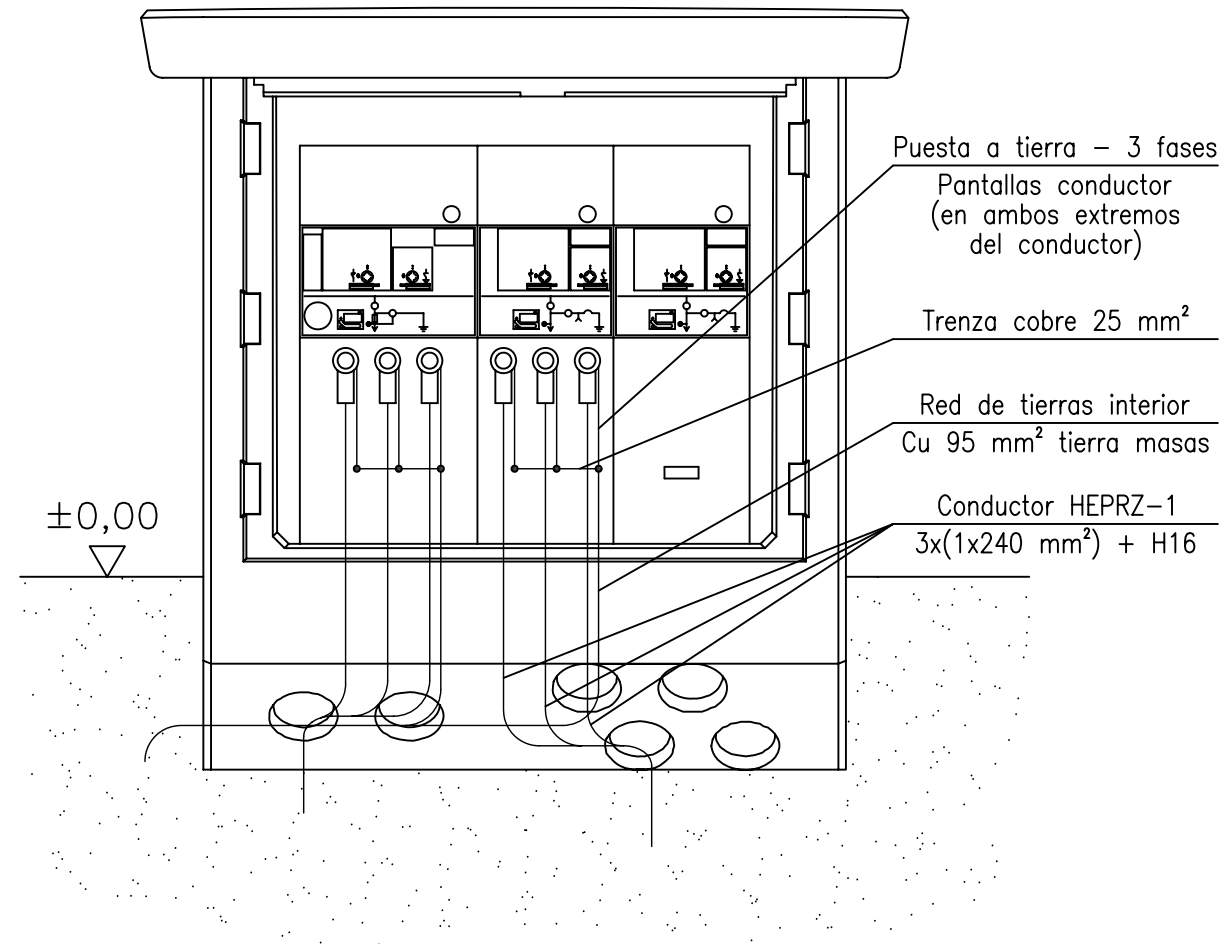
SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

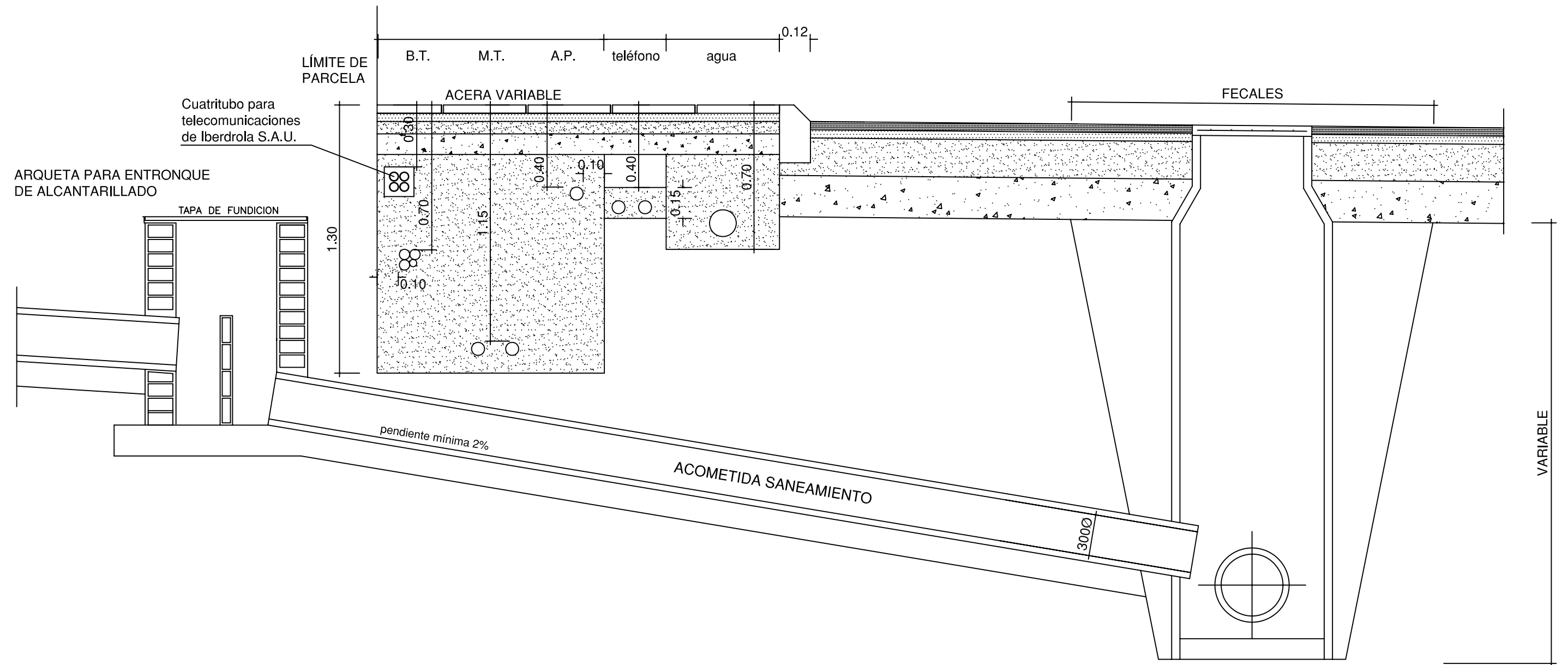
FECHA:  
JULIO 2013



ESCALA:  
1:40

PLANO N°:  
8(R0)



	PROYECTO FIN DE CARRERA		 <b>Universidad Politécnica de Cartagena</b>
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA		
<b>PROYECTO DE:</b> INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE		<b>REALIZADO:</b> INGENIERO INDUSTRIAL	<b>REVISADO:</b>
<b>PLANO DE:</b> Detalle de las instalaciones auxiliares del centro de transformación		Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	<b>COMPROBADO:</b>
<b>SUSTITUYE A:</b>	<b>SUSTITUIDO POR:</b>	<b>LOCALIDAD:</b> CABO DE PALOS	<b>FECHA:</b> JULIO 2013
		<b>ESCALA:</b> 1:20	<b>PLANO N°:</b> 9(R0)



	PROYECTO FIN DE CARRERA			<b>Universidad</b> <b>Politécnica</b> <b>de Cartagena</b>	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:  COMPROBADO:	
PLANO DE: Coordinación de servicios				ESCALA: S/E	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	PLANO N°: 10(R0)	



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 49 de 55

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1. OBJETO.**

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

### **2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.**

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto.

#### **2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

#### **2.3. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

#### **2.4. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

#### **2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección Facultativa, que será quien resuelva en las



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 50 de 55

mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

### **3. MEMORIA.**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

#### **3.1. OBRA CIVIL. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.**

##### **3.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.**

###### **3.1.1.1. Riesgos más frecuentes.**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

###### **3.1.1.2. Medidas de preventivas.**

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

##### **3.1.2. ESTRUCTURA.**

###### **3.1.2.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 51 de 55

- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuci3nes por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

### **3.1.2.2. Medidas preventivas.**

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.1.3. CERRAMIENTOS.**

#### **3.1.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

#### **3.1.3.2. Medidas de prevención.**

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.1.4. ALBAÑILERÍA.**

#### **3.1.4.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 52 de 55

#### **3.1.4.2. Medidas de prevención.**

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **3.2. MONTAJE. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN.**

#### **3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.**

##### **3.2.1.1. Riesgos más frecuentes.**

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

##### **3.2.1.2. Medidas de prevención.**

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### **3.2.2. MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**

##### **3.2.2.1. Riesgos más frecuentes**

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

##### **3.2.2.2. Medidas de prevención.**

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el Real Decreto 485/1997 de señalización.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 53 de 55

- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

### **3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.**

#### **3.2.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Contacto eléctrico en alta y baja tensión.
- Arco eléctrico en alta y baja tensión.
- Elementos candentes.

#### **3.2.3.2. Medidas de prevención.**

- Coordinar con la compañía suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

## **4. ASPECTOS GENERALES.**

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

### **4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 54 de 55

## **5. NORMATIVA APLICABLE.**

### **5.1. NORMAS OFICIALES.**

- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- RD 39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Título II, Capítulo VI.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 55 de 55

## **RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

### **RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

#### **Titular.**

**AL INICIO:** El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

**AL FINAL:** El titular de la instalación al final será IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., con NIF nº A-95.075.578 y domicilio social en calle Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

#### **Emplazamiento.**

El centro de seccionamiento se halla ubicado en la parcela At1/2A en la Unidad de Actuación Nº1 del Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el P.G.M.O.

#### **Localidad.**

El centro de transformación se halla ubicado en la localidad de Cabo de Palos, en Cartagena.

#### **Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en KVA.**

No está prevista la instalación de transformadores.

#### **Tipo de transformador.**

No procede.

#### **Volumen total en litros de dieléctrico.**

No procede.

#### **Presupuesto total.**

Presupuesto de ejecución material: 16.910,00 €



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

### **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

#### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### **PROYECTO FIN DE CARRERA**



### **INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3**

Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Alumno: Luis Candela Sánchez



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. i de viii

## ÍNDICE

### **DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

	Pág.
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
1. OBJETO DEL PROYECTO.	1
2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.	1
2.1. NORMAS GENERALES.	1
2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.	2
2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.	2
2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.	3
2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).	3
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.	3
4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	3
4.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.	3
4.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.	3
5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	4
6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.	4
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	6
7.1. LOCAL.	6
7.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.	6
7.1.1.1. Edificio de Transformación: PF-2030.	7
7.1.1.1.1. Descripción.	7
7.1.2. CIMENTACIÓN.	7
7.1.3. SOLERA Y PAVIMENTO: PLACA PISO.	7
7.1.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES: ENVOLVENTE.	7
7.1.5. TABIQUERÍA INTERIOR.	7
7.1.6. CUBIERTAS.	8
7.1.7. FORJADOS Y CUBIERTAS.	8
7.1.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS.	8

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. ii de viii

	Pág.
7.1.8.1. Acabado.	8
7.1.9. VARIOS.	8
7.1.9.1. Accesos.	8
7.1.9.2. Ventilación.	8
7.1.9.3. Alumbrado.	8
7.1.9.4. Varios.	8
7.1.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO.	8
7.1.10.1. Características detalladas.	8
7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	9
7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.	9
7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	9
7.2.2.1. Celda de entrada.	11
7.2.2.2. Celda de salida.	12
7.2.2.3. Celda de protección.	12
7.2.2.4. Celda de medida.	14
7.2.2.5. Celda del transformador.	14
7.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN.	14
7.2.3.1. Embarrado general. Interconexiones de MT.	14
7.2.3.2. Piezas de conexión.	15
7.2.3.3. Aisladores de apoyo.	15
7.2.3.4. Aisladores de paso.	15
7.2.3.5. Defensa de transformadores.	15
7.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	15
7.4. PUESTA A TIERRA.	15
7.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN	15
7.4.2. TIERRA DE SERVICIO.	15
7.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO	15
7.5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN	15
7.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE BAJA TENSIÓN.	17
7.5.2.1. Interconexiones de BT.	17
7.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.	17
7.6.1. ALUMBRADO.	17
7.6.1.1. Equipo de iluminación general.	18
7.6.1.2. Equipo de iluminación de emergencia.	18
7.6.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES (EN SU CASO).	18

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iii de viii

	Pág.
7.6.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS	18
7.6.4. VENTILACIÓN.	18
7.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD.	18
7.6.6. ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.	19
7.7. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.	19
8. <i>PRESUPUESTO GENERAL.</i>	19
9. <i>CONCLUSIÓN.</i>	19

## **ANEXO N°1: INICIO DE LAS OBRAS** **20**

## **ANEXO N°2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS** **21**

### **DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

	Pág.
1. <i>INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.</i>	24
2. <i>INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.</i>	24
3. <i>CORTOCIRCUITOS.</i>	25
3.1. OBSERVACIONES.	25
3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.	25
3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	25
3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	25
4. <i>CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL EMBARRADO Y CUADRO DE BT.</i>	26
4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.	26
4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.	26
4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.	26
5. <i>SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y DE LOS FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.</i>	26
5.1. TRANSFORMADOR 1.	26
5.2. TRANSFORMADOR 2.	27
5.3. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.	28

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. iv de viii	

	Pág.
6. <i>DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.</i>	28
7. <i>DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.</i>	29
8. <i>CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.</i>	29
8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	29
8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	29
8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.	30
8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	30
8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	32
8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	32
8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.	33
8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.	34
8.9. CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.	35

### **DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES**

	Pág.
1. <i>CALIDADES DE LOS MATERIALES.</i>	36
1.1. OBRA CIVIL.	36
1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	36
1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.	36
1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.	37
2. <i>NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</i>	37
2.1. NORMAS GENERALES.	37
2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.	38
2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.	38
2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.	38
2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).	39



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. v de viii

	Pág.
3. <i>REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.</i>	39
4. <i>CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.</i>	39
4.1. PUESTA EN SERVICIO.	40
4.2. SEPARACIÓN DE SERVICIO.	40
4.3. MANIOBRAS DE MANTENIMIENTO.	40
4.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	40
4.5. SEGURIDAD PÚBLICA.	41
5. <i>REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.</i>	41
6. <i>CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.</i>	41
7. <i>LIBRO DE ÓRDENES.</i>	42
8. <i>MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.</i>	42
8.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.	42
8.2. MATERIAL ELÉCTRICO.	42
8.3. MAQUINARIA.	42
8.4. PARTIDAS ALZADAS.	42
8.5. MEDIOS AUXILIARES.	42
9. <i>DISPOSICIONES GENERALES.</i>	42
9.1. PLAN DE OBRAS.	42
9.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.	43
9.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.	43
9.4. PLAZO DE GARANTÍA.	43
9.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.	43
9.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.	43
9.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.	43
9.8. JORNALES MÍNIMOS.	43
9.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.	44
9.10. DISPOSICIÓN FINAL.	44

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. vi de viii	

### **DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO**

	Pág.
1. <i>PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.</i>	45
2. <i>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.</i>	49
3. <i>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.</i>	49

### **DOCUMENTO N°5: PLANOS**

	Pág.
<b>LISTADO DE PLANOS</b>	<b>50</b>
1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.	1 (R0)
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.	2 (R0)
3. UBICACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN EL PLAN PARCIAL CP-3.	3 (R0)
4. PASO DE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN AL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	4 (R0)
5. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	5 (R0)
6. DETALLE DE LA RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	6 (R0)
7. DETALLES DE CONEXIÓN DE CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN Y PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	7 (R0)
8. DIMENSIONES EXTERIORES E INTERIORES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	8 (R0)
9. DETALLE DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	9 (R0)
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.	10 (R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. vii de viii	

## **DOCUMENTO N°6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

	Pág.
1. OBJETO.	61
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.	61
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.	61
2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	61
2.3. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.	61
2.4. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.	61
2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.	61
3. MEMORIA.	62
3.1. OBRA CIVIL. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.	62
3.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.	62
3.1.1.1. Riesgos más frecuentes.	62
3.1.1.2. Medidas de prevención.	62
3.1.2. ESTRUCTURA.	62
3.1.2.1. Riesgos más frecuentes.	62
3.1.2.2. Medidas de prevención.	63
3.1.3. CERRAMIENTOS.	63
3.1.3.1. Riesgos más frecuentes.	63
3.1.3.2. Medidas de prevención.	63
3.1.4. ALBAÑILERÍA.	63
3.1.4.1. Riesgos más frecuentes.	63
3.1.4.2. Medidas de prevención.	64
3.2. MONTAJE. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN.	64
3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.	64
3.2.1.1. Riesgos más frecuentes.	64
3.2.1.2. Medidas de prevención.	64
3.2.2. MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE BAJA TENSIÓN.	64
3.2.2.1. Riesgos más frecuentes.	64
3.2.2.2. Medidas de prevención.	64
3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.	65
3.2.3.1. Riesgos más frecuentes.	65

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. viii de viii

	Pág.
3.2.3.2. Medidas de prevención.	65
4. <i>ASPECTOS GENERALES.</i>	65
4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.	65
5. <i>NORMATIVA APLICABLE.</i>	65
5.1. NORMAS OFICIALES	66

## **DOCUMENTO N°7: RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

	Pág.
<b>RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS</b>	<b>67</b>



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 1 de 67

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. OBJETO DEL PROYECTO.

Por orden del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena se ordena la redacción del presente proyecto, con el fin de definir las características y obras necesarias para dotar el Plan Parcial CP-3 de Cabo de Palos, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO), de los Centros de Transformación necesarios para el suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a parcelas industriales y alumbrado viario y espacios libres correspondientes.

Así mismo, se pretende obtener de los Organismos competentes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la aprobación del mismo y las correspondientes licencias administrativas y autorizaciones para la puesta en marcha de la instalación que se relaciona.

El objeto del presente proyecto es describir las instalaciones, definir las condiciones técnicas y legales que han de cumplirse así como las de seguridad tanto de las instalaciones como del personal que las ejecutará, definiendo las instalaciones de alta y de baja tensión.

En la redacción del mismo se han tenido en cuenta las disposiciones de aplicación en este tipo de instalaciones eléctricas, basándonos en el vigente Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre).

El uso de la energía eléctrica que suministrará el Centro de Transformación objeto del presente proyecto se justificará en el punto 6 de la Memoria.

### 2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

#### 2.1. NORMAS GENERALES.

- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09* (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación* (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, BOE 01/12/1982).
- *Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación* (Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, BOE 25/10/1984).
- *Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias*. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias* (BOE Nº224 de 18/09/2002).
- *Autorización de Instalaciones Eléctricas* (Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994).
- *Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores*. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 2 de 67

- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27 de diciembre de 2000).*
- *Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE de 18 de marzo de 2008).*
- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 2949/1982, de 15 de octubre, de Acometidas Eléctricas.*
- *NTE-IEP. Norma tecnología de 24/03/1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a tierra.*
- *Normas UNE / IEC y recomendaciones UNESA.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Revisión del Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Ordenanzas municipales del Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.*
- *Normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).*
- *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.*
- *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*
- *Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- *Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*
- *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Cualquier normativa y Reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.*

## 2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.

- *CEI 62271-202      UNE-EN 62271-202*  
Centros de Transformación prefabricados.
- *NBE-X*  
Normas Básicas de la Edificación.

## 2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.

- *CEI 62271-1      UNE-EN 60694*  
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- *CEI 61000-4-X      UNE-EN 61000-4-X*  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- *CEI 62271-200      UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)*



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 3 de 67

Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.

- *CEI 62271-102*      *UNE-EN 62271-102*  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- *CEI 62271-103*      *UNE-EN 60265-1*  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.
- *CEI 62271-105*      *UNE-EN 62271-105*  
Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

#### 2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.

- *CEI 60076-X*  
Transformadores de potencia.

#### 2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).

- *EN 50464-2-1:2007*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008)
- *UNE 21428-X-X*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 KV.
- *UNE 21428*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 KV.

### 3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

En el correspondiente plano de situación se refleja la situación de las obras objeto del proyecto de Centro de Transformación nº1, de 400+400 KVA, ubicado en la parcela ST1 del Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el P.G.M.O.



### 4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

#### 4.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.

El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

#### 4.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.

El titular final para la instalación de centro de transformación de 400+400 KVA será la compañía suministradora de energía eléctrica IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA,

	<p><b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b></p> <p><b>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b></p>	
---	--	---

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 4 de 67

S.A.U., con NIF nº A-95.075.578 y domicilio social en C/ Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

## 5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto, tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola S.A.U. a la tensión trifásica de 20 KV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en el proyecto son:

CGMCOSMOS: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

## 6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.

La energía eléctrica suministrada por el centro de transformación proyectado a una tensión trifásica de 400 V será empleada en las necesidades de potencia eléctrica que se desglosan a continuación.

Los criterios de cálculo para la justificación de la potencia máxima a transportar han sido los siguientes:

### Manzana 1:

- Parcela Supermercado (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/1A (cs=1)		189,58 Kw.
- Parcela At1/1B (cs=1)		114,49 Kw.
- Parcela At1/1C (cs=1)		99,29 Kw.
- Parcela At2/1 (cs=1)		105,16 Kw.
- Alumbrado público (cs=1)		9,21 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>517,73 KW</b>

### Manzana 2:

- Parcela At1/2A (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/2B (cs=1)		265,07 Kw.
- Parcela At1/2C (cs=1)		257,95 Kw.
- Parcela At1/2D (cs=1)		112,52 Kw.
- Parcela At1/2E (cs=1)		849,75 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>1.485,29 KW</b>

### Manzana 3:

- Parcela At1/3A (cs=1)		352,88 Kw.
- Parcela At1/3C (cs=1)		287,25 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>640,13 KW</b>

### Manzana Gasolinera:

- Parcela At2/2 (cs=1)		85,54 Kw.
- Parcela At2/3 (cs=1)		129,01 Kw.
- Parcela At2/4 (cs=1)		81,11 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>295,66 KW</b>

**TOTAL POTENCIA INSTALADA: 2.938,81 KW**



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 5 de 67

En las manzanas AP/2, JAR/3B, AP/5 y AP/6, por tratarse de espacios libres, no está prevista la instalación de acometidas eléctricas de baja tensión.

Las actuales necesidades de potencia hacen un total de **2.938,81 KW**.

Las parcelas que se van a alimentar mediante el centro de transformación n°1 son las siguientes:

**Manzana 1:**

- Parcela At1/1A (cs=1)	189,58 Kw.
- Parcela At1/1B (cs=1)	114,49 Kw.
- Parcela At1/1C (cs=1)	99,29 Kw.
- Parcela At2/1 (cs=1)	105,16 Kw.

**Manzana Gasolinera:**

- Parcela At2/2 (cs=1)	85,54 Kw.
- Parcela At2/3 (cs=1)	129,01 Kw.
- Parcela At2/4 (cs=1)	81,11 Kw.

**TOTAL POTENCIA INSTALADA: 804,18 KW**

Teniendo en cuenta que desde cada transformador proyectado han de partir como máximo dos anillos y que las necesidades de potencia en baja tensión para las parcelas alimentadas a través del centro de transformación n°1 suponen un total de 804,18 KW, se va a definir la potencia de los transformadores en cada posición del centro de transformación.

**POSICIÓN N°1 DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

**ANILLO 1:**

A través del anillo 1 se dará suministro a las siguientes parcelas:

- Parcela At2/1 (cs=1)	105,16 Kw.
- Parcela At2/4 (cs=1)	81,11 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>186,27 KW</b>

**ANILLO 2:**

A través del anillo 2 se dará suministro a las siguientes parcelas:

- Parcela At2/2 (cs=1)	85,54 Kw.
- Parcela At2/3 (cs=1)	129,01 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>214,55 KW</b>

La potencia total en baja tensión suministrada mediante el transformador T1 será de 400,82 KW.

Para definir la potencia necesaria para el transformador, se debe tener en cuenta que en el caso de instalaciones industriales se debe aplicar un coeficiente de simultaneidad de 0,64, con un factor de potencia para este tipo de instalaciones de 0,9.

Así, la potencia necesaria del transformador será:

$$PTrafo1 = \frac{400,82 \cdot 0,64}{0,9} = 285,03 \text{ KVA}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 6 de 67	

Lo que significa que para abastecer de energía las parcelas alimentadas mediante los anillos 1 y 2 habrá que utilizar un transformador de 400 KVA, normalizado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

## **POSICIÓN N°2 DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **ANILLO 3:**

A través del anillo 3 se dará suministro a la siguiente parcela:

- Parcela At1/1A (cs=1)	189,58 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>189,58 KW</b>

### **ANILLO 4:**

A través del anillo 4 se dará suministro a las siguientes parcelas:

- Parcela At1/1B (cs=1)	114,49 Kw.
- Parcela At1/1C (cs=1)	99,29 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>213,78 KW</b>

La potencia total en baja tensión suministrada mediante el transformador T2 será de 403,36 KW.

Para definir la potencia necesaria para el transformador, se debe tener en cuenta que en el caso de instalaciones industriales se debe aplicar un coeficiente de simultaneidad de 0,64, con un factor de potencia para este tipo de instalaciones de 0,9.

Así, la potencia necesaria del transformador será:

$$PTrafo2 = \frac{403,36 \cdot 0,64}{0,9} = 286,83 \text{ KVA}$$

Lo que significa que para abastecer de energía las parcelas alimentadas mediante los anillos 3 y 4 habrá que utilizar un transformador de 400 KVA, normalizado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

El **centro de transformación n°1** contendrá dos máquinas de 400 KVA, por lo que para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de 800 KVA, siendo posible ampliar la potencia del mismo.

## **7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

### **7.1. LOCAL.**

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

#### **7.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 7 de 67

#### **7.1.1.1. Edificio de Transformación: PF-2030.**

##### **7.1.1.1.1. Descripción.**

Los Centros de Transformación PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), están formados por distintos elementos prefabricados de hormigón, que se ensamblan en obra para constituir un edificio, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

Estos Centros de Transformación pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en lugares de difícil acceso gracias a su estructura modular.

La fabricación seriada de todos los elementos empleados en la construcción garantizan una calidad uniforme en todos los Centros de Transformación.

#### **7.1.2. CIMENTACIÓN.**

Para la ubicación de los centros de transformación PF es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función del modelo y de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

#### **7.1.3. SOLERA Y PAVIMENTO: PLACA PISO.**

Sobre la placa base, y a una altura de unos 500 mm, se sitúa la placa piso, que se apoya en un resalte interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### **7.1.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES: ENVOLVENTE.**

Los paneles que forman la envolvente están compuestos por hormigón armado vibrado y tienen las inserciones necesarias para su manipulación.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

El transformador va ubicado sobre una "Meseta de Transformador" diseñada específicamente para distribuir el peso del mismo uniformemente sobre la placa base y recoger el volumen de líquido refrigerante del transformador ante un eventual derrame.

La placa base está formada por una losa de forma rectangular con una serie de bordes elevados, que se une en sus extremos con las paredes. En su perímetro se sitúan los orificios de paso de los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

#### **7.1.5. TABIQUERÍA INTERIOR.**

No se hace necesaria la disposición de tabiquería interior por tratarse de un local prefabricado.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 8 de 67

#### **7.1.6. CUBIERTAS.**

No procede por tratarse de un local prefabricado.

#### **7.1.7. FORJADOS Y CUBIERTAS.**

No procede por tratarse de un local prefabricado.

#### **7.1.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS.**

##### **7.1.8.1. Acabado.**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura de color blanco en las paredes, y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### **7.1.9. VARIOS.**

##### **7.1.9.1. Accesos.**

En las paredes frontal y posterior se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas de transformador (ambas con apertura de 180°) y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura que ancla las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

##### **7.1.9.2. Ventilación.**

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de “V” invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, e interiormente se complementa con una rejilla con malla mosquitera.

##### **7.1.9.3. Alumbrado.**

El edificio se proveerá de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, que dispondrá de un interruptor para realizar dicho cometido.

##### **7.1.9.4. Varios.**

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

#### **7.1.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO.**

Véase apartados 7.1.1 a 7.1.9.

##### **7.1.10.1. Características detalladas.**

Número de transformadores: 2

Número de reserva de celdas: 2



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 9 de 67	

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores:

- Longitud: 7.240 mm.
- Fondo: 2.620 mm.
- Altura: 3.200 mm.
- Altura vista: 2.650 mm.
- Peso: 23.550 Kg.

Dimensiones interiores:

- Longitud: 7.080 mm.
- Fondo: 2.460 mm.
- Altura: 2.900 mm.

Dimensiones de la excavación:

- Longitud: 8.040 mm.
- Fondo: 3.420 mm.
- Profundidad: 650 mm.

Nota: Estas dimensiones son aproximadas, en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

## 7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

### 7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es de tipo subterráneo, con una tensión de 20 KV, nivel de aislamiento según MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía suministradora de energía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 KA eficaces.

### 7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

**Celdas: CGMCOSMOS.**

Sistema de celdas de media tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

#### **Construcción.**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 10 de 67

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

### **Seguridad.**

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

### **Inundabilidad.**

Equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

### **Grados de Protección.**

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

### **Conexión de cables.**

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

### **Enclavamientos.**

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

### **Características eléctricas.**

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 11 de 67	

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases 50 kV  
a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo  
a tierra y entre fases 125 kV  
a la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

#### 7.2.2.1. Celda de entrada.

Entrada / Salida 1: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

La celda CGMCOSMOS-L de línea con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 KV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 KV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 KV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1.740 mm
- Peso: 95 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Entrada / Salida 2: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

La celda CGMCOSMOS-L de línea con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 12 de 67

corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

▪ Tensión asignada:	24 KV
▪ Intensidad asignada:	400 A
▪ Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 KA
▪ Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
▪ Nivel de aislamiento:	
• Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 KV
• Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 KV
▪ Capacidad de cierre (cresta):	40 KA
▪ Capacidad de corte	
• Corriente principalmente activa:	400 A

- Características físicas:

▪ Ancho:	365 mm
▪ Fondo:	735 mm
▪ Alto:	1.740 mm
▪ Peso:	95 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

#### **7.2.2.2. Celda de salida.**

Véase punto 7.2.2.1.

#### **7.2.2.3. Celda de protección.**

##### **Protección Transformador 1: *CGMCOSMOS-P Protección fusibles***

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

▪ Tensión asignada:	24 KV
▪ Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
▪ Intensidad asignada en la derivación:	200 A
▪ Intensidad fusibles:	3x25 A
▪ Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 KA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 13 de 67

- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 KV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 KV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 470 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1.740 mm
  - Peso: 140 kg
- Otras características constructivas:
  - Mando posición con fusibles: manual tipo BR
  - Combinación interruptor-fusibles: combinados

#### Protección Transformador 2: **CGMCOSMOS-P Protección fusibles**

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 KV
  - Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
  - Intensidad asignada en la derivación: 200 A
  - Intensidad fusibles: 3x25 A
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
  - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
  - Nivel de aislamiento:
    - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 KV
    - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 KV
  - Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
  - Capacidad de corte
    - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 470 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1.740 mm
  - Peso: 140 kg



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 14 de 67

- Otras características constructivas:
  - Mando posición con fusibles: manual tipo BR
  - Combinación interruptor-fusibles: combinados

#### 7.2.2.4. Celda de medida.

Al ser un centro de transformación de distribución tipo compañía, no se hace necesaria la incorporación de celda de medida.

#### 7.2.2.5. Celda del transformador.

Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca reconocida por la compañía suministradora de energía eléctrica, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:
  - Regulación en el primario: +2,5%, +5%, +7,5%, +10%
  - Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
  - Grupo de conexión: Dyn11
  - Protección incorporada al transformador: Termómetro

Transformador 2: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca reconocida por la compañía suministradora de energía eléctrica, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:
  - Regulación en el primario: +2,5%, +5%, +7,5%, +10%
  - Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
  - Grupo de conexión: Dyn11
  - Protección incorporada al transformador: Termómetro

### 7.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

#### 7.2.3.1. Embarrado general. Interconexiones de MT.

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables de alta tensión 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al.

Puentes MT Transformador 2: **Cables MT 12/20 kV**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 15 de 67

Cables de alta tensión 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al.

#### **7.2.3.2. Piezas de conexión.**

Las terminaciones para conexión de los puentes MT a cada uno de los transformadores son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, para conexión a la celda CGMCOSMOS-P, es EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

#### **7.2.3.3. Aisladores de apoyo.**

No se precisan aisladores de apoyo.

#### **7.2.3.4. Aisladores de paso.**

No se precisan aisladores de paso.

#### **7.2.3.5. Defensa de transformadores.**

Defensa de Transformador 1: ***Protección física transformador***

Protección metálica para defensa del transformador.

Defensa de Transformador 2: ***Protección física transformador***

Protección metálica para defensa del transformador.

### **7.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Al tratarse de un centro de transformación de distribución tipo compañía, no se efectúa medida de energía en media tensión.

### **7.4. PUESTA A TIERRA.**

#### **7.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

#### **7.4.2. TIERRA DE SERVICIO.**

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de media tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de media tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

### **7.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO.**

#### **7.5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: ***CBTO***



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 16 de 67

El cuadro de baja tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares.

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas.

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTV) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1.600 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min)
    - a tierra y entre fases: 10 KV
    - entre fases: 2,5 KV
- Intensidad asignada de corta duración 1 s: 24 KA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 KA

- Características constructivas:

- Anchura: 1.000 mm
- Altura: 1.360 mm
- Fondo: 350 mm

- Otras características:

- Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

#### Cuadros BT - B2 Transformador 2: **CBTO**

El cuadro de baja tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares.





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 17 de 67

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas.

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada de empleo: 440 V
  - Tensión asignada de aislamiento: 500 V
  - Intensidad asignada en los embarrados: 1.600 A
  - Frecuencia asignada: 50 Hz
  - Nivel de aislamiento:
    - Frecuencia industrial (1 min)
      - a tierra y entre fases: 10 KV
      - entre fases: 2,5 KV
  - Intensidad asignada de corta duración 1 s: 24 KA
  - Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 KA
- Características constructivas:
  - Anchura: 1.000 mm
  - Altura: 1.360 mm
  - Fondo: 350 mm
- Otras características:
  - Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

## 7.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE BAJA TENSIÓN.

### 7.5.2.1. Interconexiones de BT.

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

Puentes BT - B2 Transformador 2: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

## 7.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.

### 7.6.1. ALUMBRADO.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 18 de 67

#### **7.6.1.1. Equipo de iluminación general.**

Se instalará un equipo de iluminación en el interior del centro de transformación que permita suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias. Se realizará intercalando un interruptor automático de 10 A y un disparador diferencial 2p, 25 A, 30 mA, para la correcta protección de la instalación.

El interruptor de encendido se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se colocará una base de enchufe tipo Schuko de 16 A. El interruptor de 10 A y 250 V accionará los puntos de luz para una correcta iluminación de todo el recinto del centro.

#### **7.6.1.2. Equipo de iluminación de emergencia.**

Se instalará un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización a la salida del local.

#### **7.6.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES (EN SU CASO).**

No se prevé su instalación.

#### **7.6.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS.**

Al existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que el centro esté dotado de extintores, según RAT 14.

#### **7.6.4. VENTILACIÓN.**

Se conseguirá mediante unas rejillas con lamas en forma de "V" invertida que se combina con una rejilla de mosquitera. Para asegurar una correcta ventilación del centro de transformación, la entrada de aire frío se realiza por la parte inferior, siendo evacuado el aire por las ranuras de la rejilla superior.

Las dimensiones de las rejillas se determinan en el Documento nº2: Cálculos Justificativos.

#### **7.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 19 de 67

4. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
5. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

#### **7.6.6. ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.**

El centro de transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

#### **7.7. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

### **8. PRESUPUESTO GENERAL.**

Asciende el Presupuesto de Ejecución por Contrata a la cantidad de OCHENTA Y OCHO MIL SEICIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS (88.689,61 €).

### **9. CONCLUSIÓN.**

Con lo anteriormente expuesto y en unión de los documentos que se acompañan, se considera suficientemente descrita la instalación proyectada, sometiéndola a la consideración de los Organismos Competentes y quedando a su disposición para aclarar o ampliar aquello que estimen necesario.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 20 de 67

## **ANEXO Nº1: INICIO DE LAS OBRAS**

La redacción por parte del Ingeniero Industrial, autor del presente proyecto – visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia –, no implica que la obligación asumida formalmente de llevar a cabo la dirección técnica, se produzca de forma automática, o sea, que para que la ejecución material del trabajo se verifique bajo la supervisión y dirección efectiva del técnico autor del proyecto es necesario que se cumplan por parte del promotor los siguientes requisitos:

- a) Que el promotor notifique por escrito al técnico autor del proyecto que ha obtenido la correspondiente licencia administrativa que ampara la licitud del inicio de las obras proyectadas.
- b) Que el promotor notifique por escrito al técnico la fecha de inicio de las obras.
- c) Que se levante la correspondiente acta de inicio firmada por el promotor y el técnico que asume la efectiva dirección de las obras.

En caso de no cumplirse los requisitos antes indicados, el técnico autor del presente proyecto declina cualquier tipo de responsabilidad administrativa, urbanística, civil o penal que se pueda derivar como consecuencia del inicio o ejecución de las obras sin su conocimiento e intervención efectiva.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 21 de 67

## ANEXO N°2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL

- Ud. Excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos y nivelación, para instalación de envolvente prefabricada de hormigón PFU-5, de ORMAZABAL o similar, de dimensiones 8,04 x 3,42 x 0,65 metros, incluso relleno de arena, enlosado perimetral y transporte a vertedero, totalmente acabado.

**Sin descomposición** **Total 950,00 €**

- Ud. Edificio de transformación, prefabricado, constituido por una envolvente, de estructura modular, de hormigón armado, tipo PF-2030, de dimensiones generales aproximadas 7240 mm de largo por 2620 mm de fondo por 3200 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

**Sin descomposición** **Total 12.800,00**

### CAPÍTULO 2: EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN

- Ud. Celda de entrada / salida compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-L, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

**Sin descomposición** **Total 2.675,00 €**

- Ud. Celda de protección del transformador compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-P, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

**Sin descomposición** **Total 3.500,00 €**

- Ud. Puente MT Transformador: Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al empleando 3 de 10 m de longitud. Las terminaciones para conexión a la celda CGMCOSMOS-P son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR. Las terminaciones para conexión al transformador son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

**Sin descomposición** **Total 1.175,00 €**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 22 de 67

### CAPÍTULO 3: EQUIPOS DE POTENCIA

- Ud. Transformador 24 KV trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +2,5%, +5%, +7,5%, +10%.  
Se incluye también una protección con termómetro.

**Sin descomposición** **Total** **9.450,00 €**

### CAPÍTULO 4: EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

- Ud. Cuadro BT - B2 Transformador: Cuadro de baja tensión optimizado CBTO-C, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.  
Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

**Sin descomposición** **Total** **2.975,00 €**

- Ud. Puentes BT - B2 Transformador: Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

**Sin descomposición** **Total** **1.050,00 €**

### CAPÍTULO 5: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

#### Instalaciones de tierras exteriores

- Ud. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre desnudo.  
El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.  
Características:
- Geometría: Anillo rectangular.
  - Profundidad: 0,5 m.
  - Número de picas: cuatro.
  - Longitud de picas: 2 metros.
  - Dimensiones del rectángulo: 8.0x3.0 m.

**Sin descomposición** **Total** **1.285,00 €**

- Ud. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.  
Características:
- Geometría: Picas alineadas.
  - Profundidad: 0,8 m.
  - Número de picas: dos.
  - Longitud de picas: 2 metros.
  - Distancia entre picas: 3 metros.

**Sin descomposición** **Total** **630,00 €**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 23 de 67	

### Instalaciones de tierras interiores

- Ud. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de alta tensión y demás apartada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

**Sin descomposición** **Total** **925,00 €**

- Ud. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de baja tensión, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

**Sin descomposición** **Total** **925,00 €**

### CAPÍTULO 6: VARIOS

- Ud. Protección metálica para defensa del transformador.

**Sin descomposición** **Total** **233,00 €**

- Ud. Equipo de iluminación compuesto de:
- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
  - Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

**Sin descomposición** **Total** **600,00 €**

- Ud. Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:
- Banquillo aislante
  - Par de guantes de amianto
  - Extintor de eficacia 89B
  - Una palanca de accionamiento
  - Armario de primeros auxilios

**Sin descomposición** **Total** **700,00 €**

- PA Pequeño material de señalización y seguridad del centro de transformación, incluso candados de seguridad, colocado.

**Sin descomposición** **Total** **150,00 €**

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 24 de 67

## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.**

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1)$$

donde:

P = potencia del transformador, en KVA.

U<sub>p</sub> = tensión primaria en el transformador, en KV.

I<sub>p</sub> = intensidad primaria en el transformador, en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 KV.

Para el transformador 1 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA. Se obtiene así una intensidad primaria I<sub>p400</sub> = 11,5 A.

Para el transformador 2 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA. Se obtiene así una intensidad primaria I<sub>p400</sub> = 11,5 A.

Por tanto, la intensidad total de alta tensión que hay en este centro de transformación es I<sub>p TOT</sub> = 23,1 A.

### **2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.**

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 KVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2)$$

donde:

P = potencia del transformador, en KVA.

U<sub>s</sub> = tensión en el secundario del transformador, en KV.

I<sub>s</sub> = intensidad en el secundario del transformador, en A.

Para el transformador 1 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión en el secundario del transformador, de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor de I<sub>s</sub> = 549,9 A.

Para el transformador 2 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión en el secundario del transformador, de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor de I<sub>s</sub> = 549,9 A.





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 25 de 67

### 3. CORTOCIRCUITOS.

#### 3.1. OBSERVACIONES.

Para el cálculo de las intensidades que originan un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de alta tensión, valor especificado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

#### 3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito primaria en la instalación se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (3.2.a)$$

donde:

$S_{CC}$  = potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

$U_p$  = tensión de servicio, en KV.

$I_{CCP}$  = corriente de cortocircuito primaria, en KA.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el secundario de la instalación, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{CC} \cdot U_s} \quad (3.2.b)$$

donde:

$P$  = potencia del transformador, en KVA.

$E_{CC}$  = tensión de cortocircuito del transformador, en %.

$U_s$  = tensión de servicio, en KV.

$I_{CCS}$  = corriente de cortocircuito primaria, en A.

#### 3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la expresión 3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 KV, la intensidad de cortocircuito en el primario del transformador es:

$$I_{CCP} = 10,1 \text{ KA.}$$

#### 3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para el transformador 1 de este centro de transformación, la potencia es de 400 KVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión en el secundario es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión con 420 V en vacío será, según la expresión 3.2.b,  $I_{CCS} = 13,7 \text{ KA.}$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 26 de 67

Para el transformador 2 de este centro de transformación, la potencia es de 400 KVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión en el secundario es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión con 420 V en vacío será, según la expresión 3.2.b,  $I_{CCS} = 13,7 \text{ KA}$ .

#### **4. CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL EMBARRADO Y CUADRO DE BT.**

Las celdas habrán sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

##### **4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor.

Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

##### **4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada mediante la expresión 3.2.a de este Documento, por lo que:

$$I_{CC(dic)} = 2,5 \cdot I_{CCP} = 25,3 \text{ KA}.$$

##### **4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatada por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la norma en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{CC(ter)} = 10,1 \text{ KA}.$$

#### **5. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y DE LOS FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.**

Los transformadores están protegidos tanto en alta tensión como en baja tensión. En alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

##### **5.1. TRANSFORMADOR 1.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 27 de 67

La protección en alta tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección del transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

#### **Termómetro.**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### **Protecciones en BT.**

Las salidas de baja tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 3.4.

#### **5.2. TRANSFORMADOR 2.**

La protección en alta tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 28 de 67

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección del transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

#### **Termómetro.**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### **Protecciones en BT.**

Las salidas de baja tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 3.4.

### **5.3. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

#### **Transformador 1.**

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

#### **Transformador 2.**

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

## **6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot (\Delta T)^3}} \quad (6)$$

donde:

$W_{Cu}$  = pérdidas en el cobre del transformador, en w.

$W_{Fe}$  = pérdidas en el hierro del transformador, en w.

K = coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada, entre 0,35 y 0,40.

h = distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida, en m.

$\Delta T$  = aumento de temperatura del aire, en °C.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 29 de 67

$S_r$  = superficie mínima de las rejillas de entrada, en  $\text{mm}^2$ .

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los centros de transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein, en Vizcaya (España):

- 92202-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 KVA.
- 99827-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 KVA.

## **7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## **8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.**

### **8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este centro de transformación, se determina la resistividad media en 150 ohmios·m.

### **8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.**

En las instalaciones de alta tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- **Tipo de neutro.**

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a ésta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- **Tipo de protecciones.**

Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 30 de 67

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### **8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo representadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### **8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.**

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ KV.}$

Características de la red de alimentación:

- Limitación de la intensidad a tierra:  $I_{dm} = 500 \text{ A.}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de baja tensión:

- $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra,  $R_0 = 150 \text{ ohm}\cdot\text{m.}$
- Resistencia del hormigón,  $R'_0 = 3.000 \text{ ohm}\cdot\text{m.}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio del centro de transformación, y la intensidad del defecto se obtienen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (8.4.a)$$

donde:

$I_d$  = intensidad de falta a tierra, en A.  
 $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.  
 $V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión, en V.

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (8.4.b)$$

donde:

$I_{dm}$  = limitación de la intensidad de falta a tierra, en A.  
 $I_d$  = intensidad de falta a tierra, en A.

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

Y la resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ ohmios}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 31 de 67

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener un valor para  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

El valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo se obtiene a partir de la expresión:

$$K_r = \frac{R_t}{R_0} \quad (8.4.c)$$

donde:

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.

$R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.

$K_r$  = coeficiente del electrodo.

#### Centro de transformación.

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-30/5/42
- Geometría del sistema: anillo rectangular
- Distancia de la red: 8,0 x 3,0 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros.

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia,  $K_r = 0,077$
- De la tensión de paso,  $K_p = 0,0165$
- De la tensión de contacto,  $K_c = 0,0364$

#### Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \quad (8.4.d)$$

donde:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 32 de 67

$K_r$  = coeficiente del electrodo  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.

Por lo que para el centro de transformación:

$$R'_t = 11,55 \text{ ohmios}$$

La intensidad de defecto real,  $I'_d$ , tal y como indica la fórmula 8.4.b es:

$$I'_d = 500 \text{ A}$$

### **8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_d \cdot I'_d \quad (8.5.a)$$

donde:

$R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.  
 $I'_d$  = intensidad de defecto, en A.  
 $V'_d$  = tensión de defecto, en V.

por lo que en el centro de transformación:

$$V'_d = 5.775 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la expresión:

$$V'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (8.5.b)$$

donde:

$K_c$  = coeficiente de contacto.  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $I'_d$  = intensidad de defecto, en A.  
 $V'_c$  = tensión de paso en el acceso, en V.

por lo que tendremos en el centro de transformación:

$$V'_c = 2.730 \text{ V}$$

### **8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

La tensión de paso en el exterior vendrá dada por:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (8.6)$$

donde:



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 33 de 67

$K_p$  = coeficiente de paso.  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $I'_d$  = intensidad de defecto, en A.  
 $V'_p$  = tensión de paso en el exterior, en V.

por lo que para este caso, la tensión de paso en el centro de transformación será:

$$V'_p = 1.237,5 \text{ V}$$

### 8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

#### Centro de transformación.

Los valores admisibles son, para una duración total d la falta, igual a:

$t = 0,7$  segundos.  
 $K = 72$   
 $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_0}{1000} \right) \quad (8.7.a)$$

donde:

$K$  = coeficiente.  
 $t$  = tiempo total de duración de la falta, en segundos.  
 $n$  = coeficiente.  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $V_p$  = tensión de paso en el exterior, en V.

por lo que, para este caso:

$$V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1000} \right) \quad (8.7.b)$$

donde:

$K$  = coeficiente.  
 $t$  = tiempo total de duración de la falta, en segundos.  
 $n$  = coeficiente.  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $R'_0$  = resistividad del hormigón, en ohm·m.  
 $V_{p(acc)}$  = tensión admisible de paso en el acceso, en V.

por lo que, para este caso:

$$V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este centro de transformación son inferiores a los valores admisibles:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 34 de 67

- Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1.237,5 \text{ V} < V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 2.730 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

- Tensión de defecto:

$$V'_d = 5.775 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

- Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} \leq I_{dm} = 500 \text{ A}$$

### **8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.**

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000 V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (8.8)$$

donde:

$R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.

$I'_d$  = intensidad de defecto, en A.

D = distancia mínima de separación, en m.

Para este centro de transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 8/22 (según método UNESA).
- Geometría del sistema: picas alineadas.
- Número de picas: dos.
- Longitud de las picas: 2 metros.
- Profundidad de las picas: 0,80 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 35 de 67

-  $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 ohmios.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_0 = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ ohmios}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 KV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

### **8.9. CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 36 de 67

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. CALIDADES DE LOS MATERIALES.**

#### **1.1. OBRA CIVIL.**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadro y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

#### **1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:**

El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- **Corte:**

El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

#### **1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.**

El transformador o transformadores instalados en este centro de transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima del foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del centro de transformación, si éstos son de maniobra interior (tipo caseta).

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 37 de 67

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de estas paredes.

#### **1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.**

Al tratarse de un centro para distribución pública, no se incorpora celda de medida de energía en alta tensión, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en baja tensión, atendiendo a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

## **2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de la instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

#### **2.1. NORMAS GENERALES.**

- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).*
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, BOE 01/12/1982).*
- *Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, BOE 25/10/1984).*
- *Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE Nº224 de 18/09/2002).*
- *Autorización de Instalaciones Eléctricas (Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994).*
- *Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994.*
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27 de diciembre de 2000).*
- *Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE de 18 de marzo de 2008).*
- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 2949/1982, de 15 de octubre, de Acometidas Eléctricas.*
- *NTE-IEP. Norma tecnología de 24/03/1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a tierra.*
- *Normas UNE / IEC y recomendaciones UNESA.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Revisión del Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 38 de 67

- *Ordenanzas municipales del Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.*
- *Normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).*
- *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.*
- *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*
- *Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- *Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*
- *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Cualquier normativa y Reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.*

## **2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.**

- *CEI 62271-202      UNE-EN 62271-202*  
Centros de Transformación prefabricados.
- *NBE-X*  
Normas Básicas de la Edificación.

## **2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.**

- *CEI 62271-1      UNE-EN 60694*  
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- *CEI 61000-4-X      UNE-EN 61000-4-X*  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- *CEI 62271-200      UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)*  
Aparamenta bajo envoltorio metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.
- *CEI 62271-102      UNE-EN 62271-102*  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- *CEI 62271-103      UNE-EN 60265-1*  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.
- *CEI 62271-105      UNE-EN 62271-105*  
Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

## **2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 39 de 67

- *CEI 60076-X*  
Transformadores de potencia.

## **2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).**

- *EN 50464-2-1:2007*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008)
- *UNE 21428-X-X*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 KV.
- *UNE 21428*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 KV.

## **3. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentra en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

De forma más concisa, tales pruebas, ensayos y revisiones serán:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación del cableado.
- Ensayo a frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo a onda de choque 1,2/50 milisegundos.
- Verificación del grado de protección.

## **4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro, se utilizará el banquillo, palanca de accionamiento, guantes dieléctricos, etc, y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 40 de 67

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

#### **4.1. PUESTA EN SERVICIO.**

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

- 1º. Conexión del interruptor / seccionador de entrada, si lo hubiere.
- 2º. A continuación se conectará la apartamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de alta tensión, se procederá a conectar la red de baja tensión.

#### **4.2. SEPARACIÓN DE SERVICIO.**

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

#### **4.3. MANIOBRAS DE MANTENIMIENTO.**

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuesen necesarios.

Las celdas tipo CGM, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

#### **4.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en los apartados F y G del párrafo 1.4 de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán prendas de trabajo sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 41 de 67

metal; los metros, reglas mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc, que se utilicen no serán de material conductor.

Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección individual, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese de la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### **4.5. SEGURIDAD PÚBLICA.**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales o cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc, que en uno u otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### **5. REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.**

Serán las determinadas por la reglamentación vigente en la materia, y responsabilidad del usuario / titular del centro de transformación proyectado; en este caso, Iberdrola.

### **6. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificado de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 42 de 67

## **7. LIBRO DE ÓRDENES.**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## **8. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.**

### **8.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.**

Se medirán por unidades terminadas y medidas sobre el terreno tal y como se encuentra al realizarlas, y se abonarán a los precios especificados en el cuadro de precios, que resume el coste de las operaciones y materiales necesarios para dejar terminadas estas obras. No se abonarán los excesos de obra realizados por el contratista que no figuren detallados en planos o hayan sido autorizados por la Dirección Técnica.

Los precios de excavación se entienden en cualquier tipo de terreno, pudiendo el contratista hacer uso de la maquinaria auxiliar que estime oportuna, pero en ningún caso se aceptará sobrepago por su empleo, por dificultad o dureza del terreno o por roturas en servicios existentes.

### **8.2. MATERIAL ELÉCTRICO.**

El abono de estos materiales se hará por unidades colocadas y tras recuento minucioso de todas y cada una de las piezas instaladas, comprendiendo en sus precios todas las operaciones necesarias para su montura y anclaje de acuerdo con el cuadro de precios.

### **8.3. MAQUINARIA.**

Asimismo, el abono de estas partidas se realizará por unidades colocadas y en orden de funcionamiento; como excepción, se podrán certificar partidas que no estén en orden de funcionamiento cuando se encuentren físicamente en su ubicación definitiva a falta de conexionado o de suministro de fluidos refrigerantes o de proceso, siempre que se demuestre la conveniencia de no completar el equipamiento o la imposibilidad de realizarlo; en este caso, la certificación se realizará a título de acopio, en una fracción del total que será apreciada por el Director de las Obras.

### **8.4. PARTIDAS ALZADAS.**

El abono de estas partidas alzadas será justificado por el Técnico encargado de las obras discrecionalmente, según coste de materiales u otros medios empleados.

### **8.5. MEDIOS AUXILIARES.**

Serán de cuenta del contratista todos los medios auxiliares que sea preciso emplear en las obras, de manera que ser realicen en la forma especificada, y será responsable de cuantas incidencias se produzcan por faltas en su debido empleo.

## **9. DISPOSICIONES GENERALES.**

### **9.1. PLAN DE OBRAS.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 43 de 67

El contratista antes de empezar las obras objeto del presente proyecto, deberá presentar al Técnico encargado un Plan detallado de la ejecución con indicación de los plazos parciales para la realización de las distintas unidades de obra.

## **9.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.**

Antes de la instalación de cualquier material maquinaria susceptible de ser elegido entre los dos de distinta procedencia, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras, muestras y relaciones de marcas de todos los elementos a emplear y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazado por la Dirección Técnica de la obra aún después de colocados si no cumplieren las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones.

Se realizarán análisis y pruebas que se ordenen por la Dirección de la obra en laboratorios que esta designe, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

## **9.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.**

Deberán dar comienzo antes de los 10 días naturales contados desde la realización del replanteo de las obras.

## **9.4. PLAZO DE GARANTÍA.**

Durante los doce meses siguientes a la terminación de las obras, determinadas por el Acta de Recepción, correrá de cuenta del Contratista la conservación de las mismas, así como la reparación de todos los desperfectos no atribuibles a causa de fuerza mayor que pudieran ocurrir.

## **9.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.**

La recepción definitiva y la liquidación de las obras se realizará una vez transcurrido el período de garantía, tras haber solucionado las anomalías que se hubieran encontrado, debidas a deficiencias de ejecución no observadas en la recepción provisional.

## **9.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo general y de replanteo parciales, los de inspección y vigilancia no técnica, mediciones, pruebas, recepción y liquidación.

## **9.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen con la explotación de canteras, la extracción de tierra para la ejecución de los terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos; los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte y de las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras.

## **9.8. JORNALES MÍNIMOS.**

El Contratista estará obligado a no abonar jornal inferior a los mínimos previstos en la vigente legislación laboral.

Asimismo, ingresará en los Organismos competentes las cuotas que correspondan en materia de Seguridad Social, así como las retenciones efectuadas a los trabajadores bajo el concepto de impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 44 de 67

### 9.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.

El Contratista viene obligado asegurar a sus obreros y empleados en la forma y condiciones que se establecen en la vigente legislación.

### 9.10. DISPOSICIÓN FINAL.

Cuando exista contradicción o discrepancia entre el presente documento y los restantes que componen el proyecto, prevalecerá sobre el presente lo descrito en la memoria; sobre ambos, lo descrito en los Presupuestos, y en cualquier caso, el criterio y órdenes del Director Técnico de las obras.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 46 de 67

Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

Medición	Precio €	Importe €
2	3.500,00	7.000,00

- Ud. Puente MT Transformador: Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al empleando 3 de 10 m de longitud. Las terminaciones para conexión a la celda CGMCOSMOS-P son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR. Las terminaciones para conexión al transformador son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

Medición	Precio €	Importe €
2	1.175,00	2.350,00

**Total importe equipos de alta tensión 14.700,00 €**

### CAPÍTULO 3: EQUIPOS DE POTENCIA

- Ud. Transformador 24 KV trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +2,5%, +5%, +7,5%, +10%. Se incluye también una protección con termómetro.

Medición	Precio €	Importe €
2	9.450,00	18.900,00

**Total importe equipos de potencia 18.900,00 €**

### CAPÍTULO 4: EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

- Ud. Cuadro BT - B2 Transformador: Cuadro de baja tensión optimizado CBTO-C, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria. Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

Medición	Precio €	Importe €
2	2.975,00	5.950,00

- Ud. Puentes BT - B2 Transformador: Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

Medición	Precio €	Importe €
2	1.050,00	2.100,00

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 47 de 67

**Total importe equipos de baja tensión**

**8.050,00 €**

## **CAPÍTULO 5: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

### **Instalaciones de tierras exteriores**

- Ud. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexiada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular.
- Profundidad: 0,5 m.
- Número de picas: cuatro.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Dimensiones del rectángulo: 8.0x3.0 m.

Medición	Precio €	Importe €
1	1.285,00	1.285,00

- Ud. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas.
- Profundidad: 0,8 m.
- Número de picas: dos.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Distancia entre picas: 3 metros.

Medición	Precio €	Importe €
1	630,00	630,00

### **Instalaciones de tierras interiores**

- Ud. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de alta tensión y demás apartamento de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

Medición	Precio €	Importe €
1	925,00	925,00

- Ud. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de baja tensión, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

Medición	Precio €	Importe €
1	925,00	925,00

**Total importe sistema de puesta a tierra**

**3.765,00 €**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 48 de 67	

## CAPÍTULO 6: VARIOS

Ud. Protección metálica para defensa del transformador.

Medición	Precio €	Importe €
2	233,00	466,00

Ud. Equipo de iluminación compuesto de:

- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medición	Precio €	Importe €
1	600,00	600,00

Ud. Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes de amianto
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

Medición	Precio €	Importe €
1	700,00	700,00

PA Pequeño material de señalización y seguridad del centro de transformación, incluso candados de seguridad, colocado.

Medición	Precio €	Importe €
1	150,00	150,00

**Total importe varios 1.916,00 €**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 49 de 67

## 2. TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.

PRESUPUESTO TOTAL	
CONCEPTO	IMPORTE PARCIAL (€)
1. OBRA CIVIL	13.750,00
2. EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN	14.700,00
3. EQUIPOS DE POTENCIA	18.900,00
4. EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN	8.050,00
5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	3.765,00
6. VARIOS	1.916,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>61.081,00 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la referida cantidad de SESENTA Y UN MIL OCHENTA Y UN EUROS (61.081,00 €).

## 3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	61.081,00 €
Gastos Generales (6%):	3.664,86 €
Beneficio Industrial (14%):	8.551,34 €
TOTAL PRESUPUESTO	73.297,20 €
I.V.A. (21%):	15.392,41 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>88.689,61 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución por Contrata a la referida cantidad de OCHENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS (88.689,61 €).

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

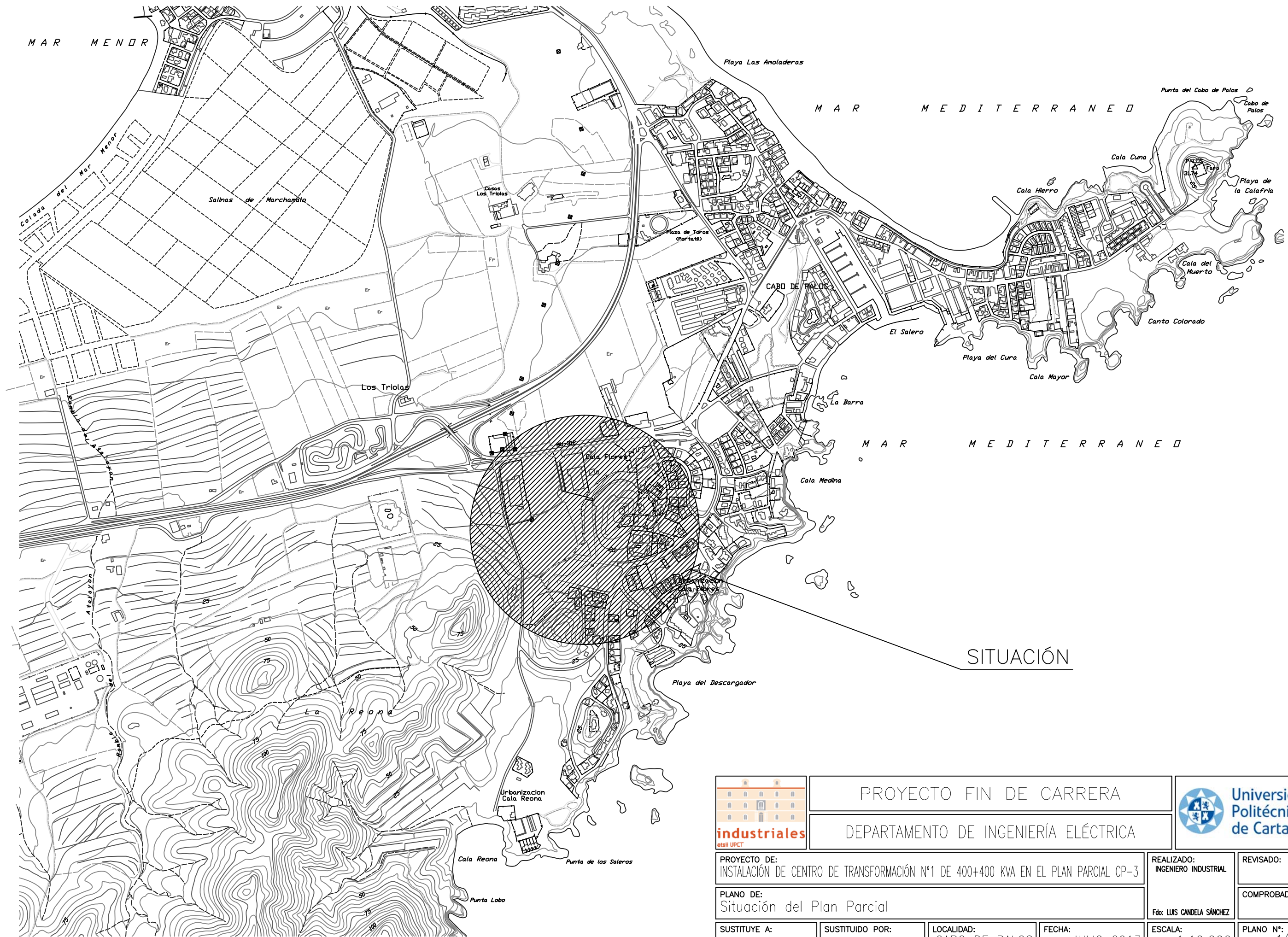
Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 50 de 67

## PLANOS

### LISTADO DE PLANOS.

1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.
3. UBICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3.
4. PASO DE CONDUCTORES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1.
5. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1.
6. DETALLE DE LAS REDES DE TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1.
7. DETALLES DE CONEXIÓN DE CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN Y PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1.
8. DIMENSIONES EXTERIORES E INTERIORES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1.
9. DETALLE DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1.
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.



PROYECTO FIN DE CARRERA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA





PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3			
PLANO DE: Situación del Plan Parcial			
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013

REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:
ESCALA: 1:10.000	COMPROBADO:
PLANO N°: 1(R0)	

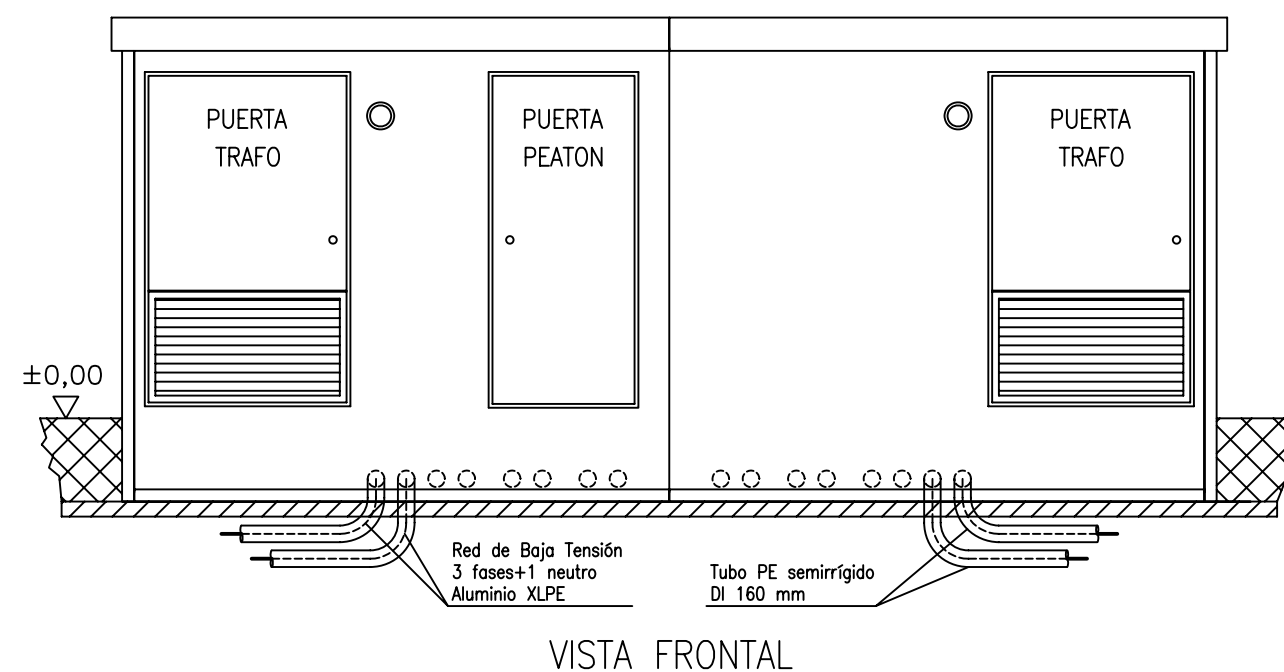
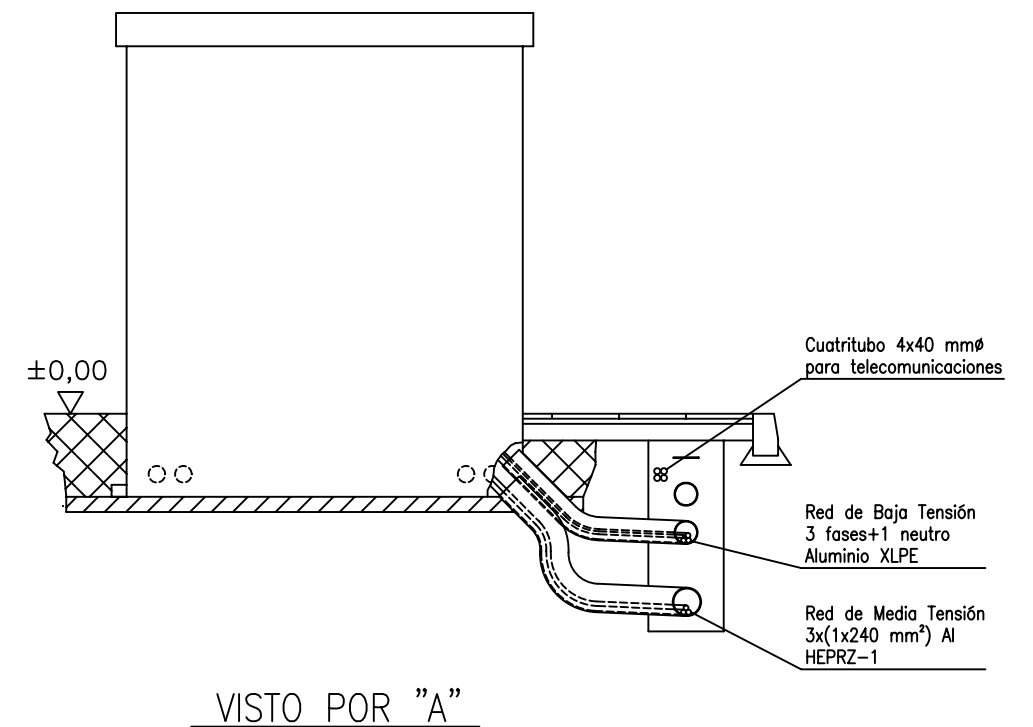
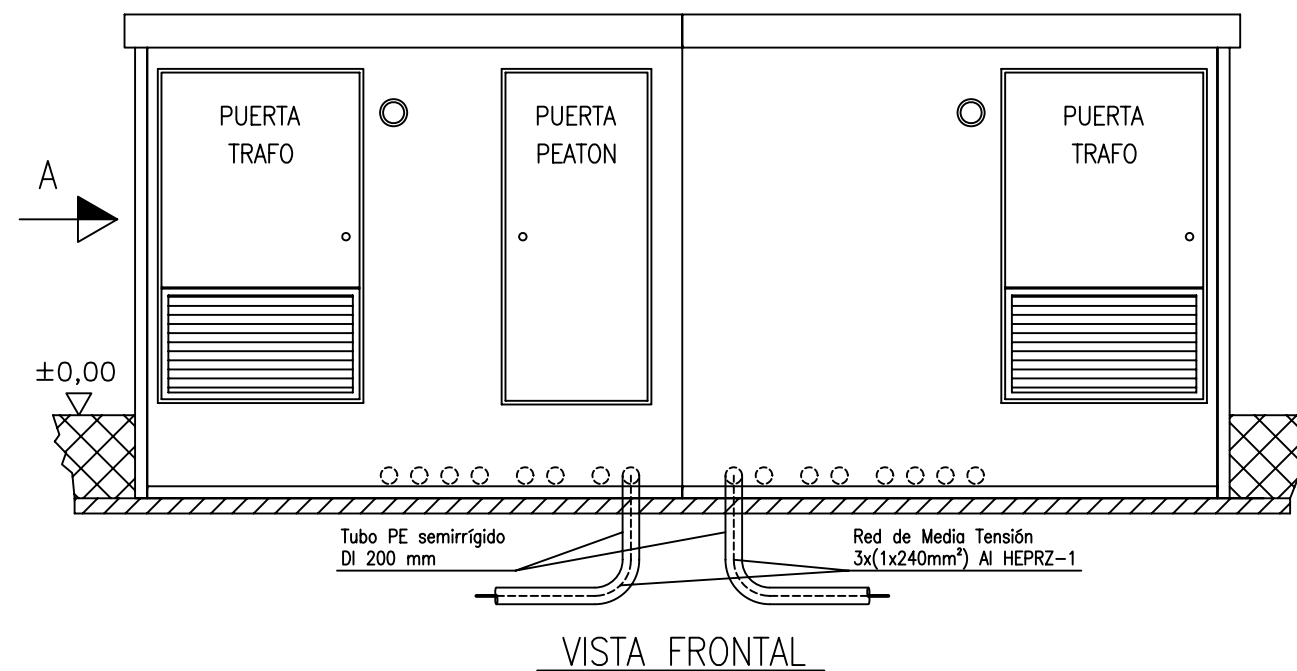




	PROYECTO FIN DE CARRERA			Universidad Politécnica de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:	
PLANO DE: Emplazamiento del Plan Parcial CP-3				COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:2.500	PLANO N°: 2(R0)



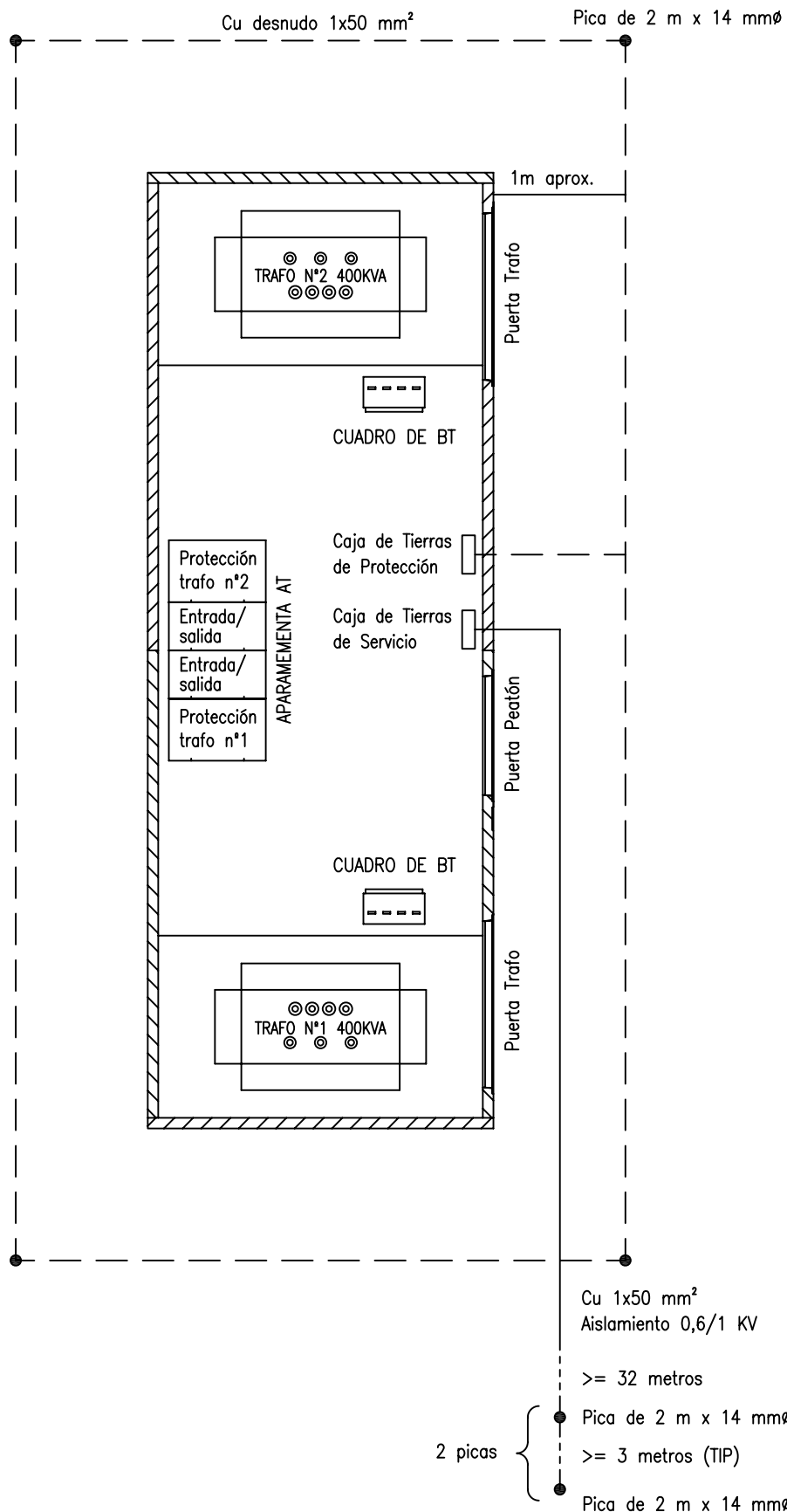




	PROYECTO FIN DE CARRERA			
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EL3CTRICA			
PROYECTO DE: INSTALACI3N DE CENTRO DE TRANSFORMACI3N N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL	REVISADO:
PLANO DE: Paso de conductores de media y baja tensi3n al centro de transformaci3n n°1			Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	COMPROBADO:
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:50
				PLANO N°: 4(R0)







PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de las redes de tierra de protección y de servicio del centro de transformación n°1

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

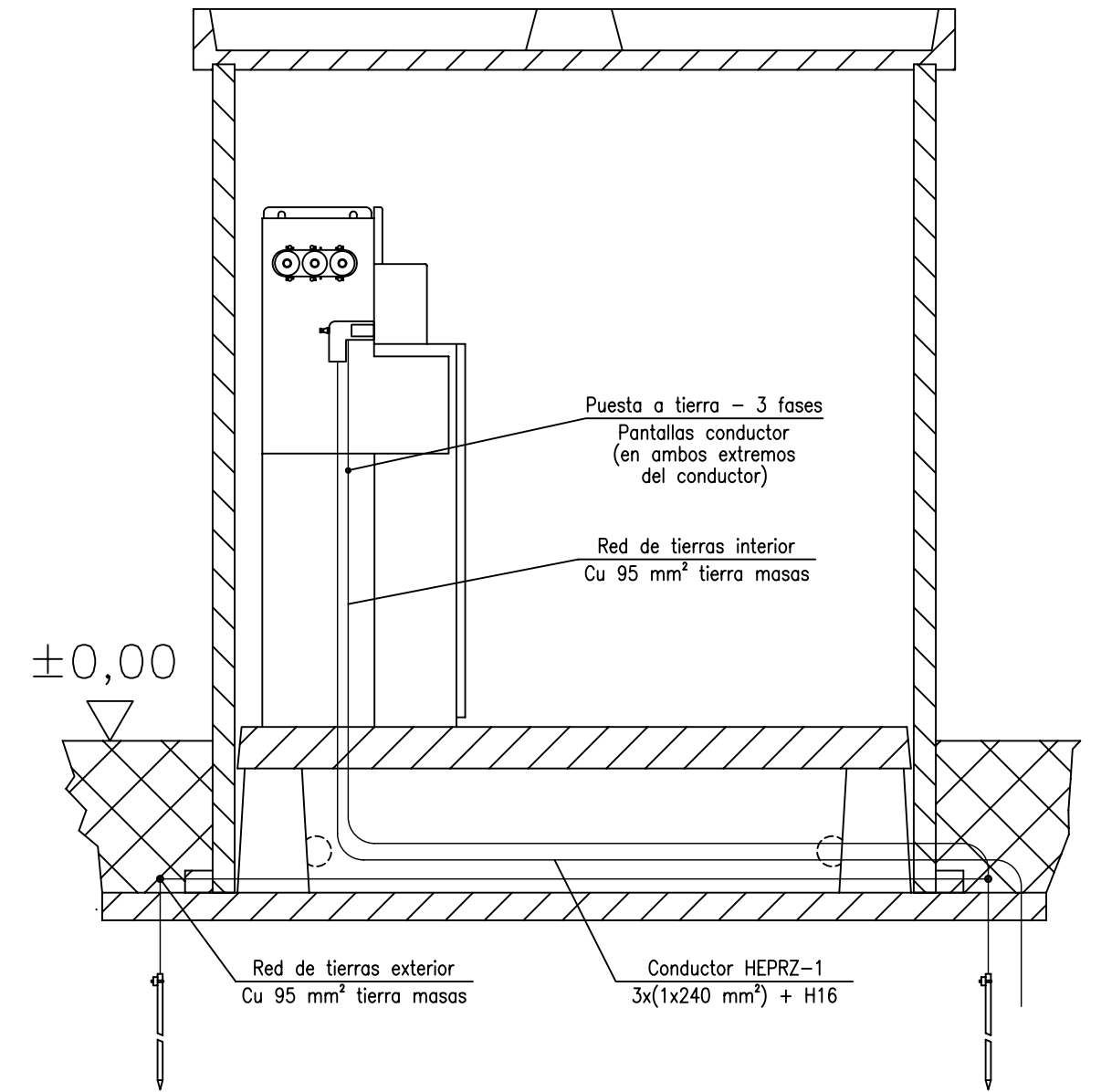
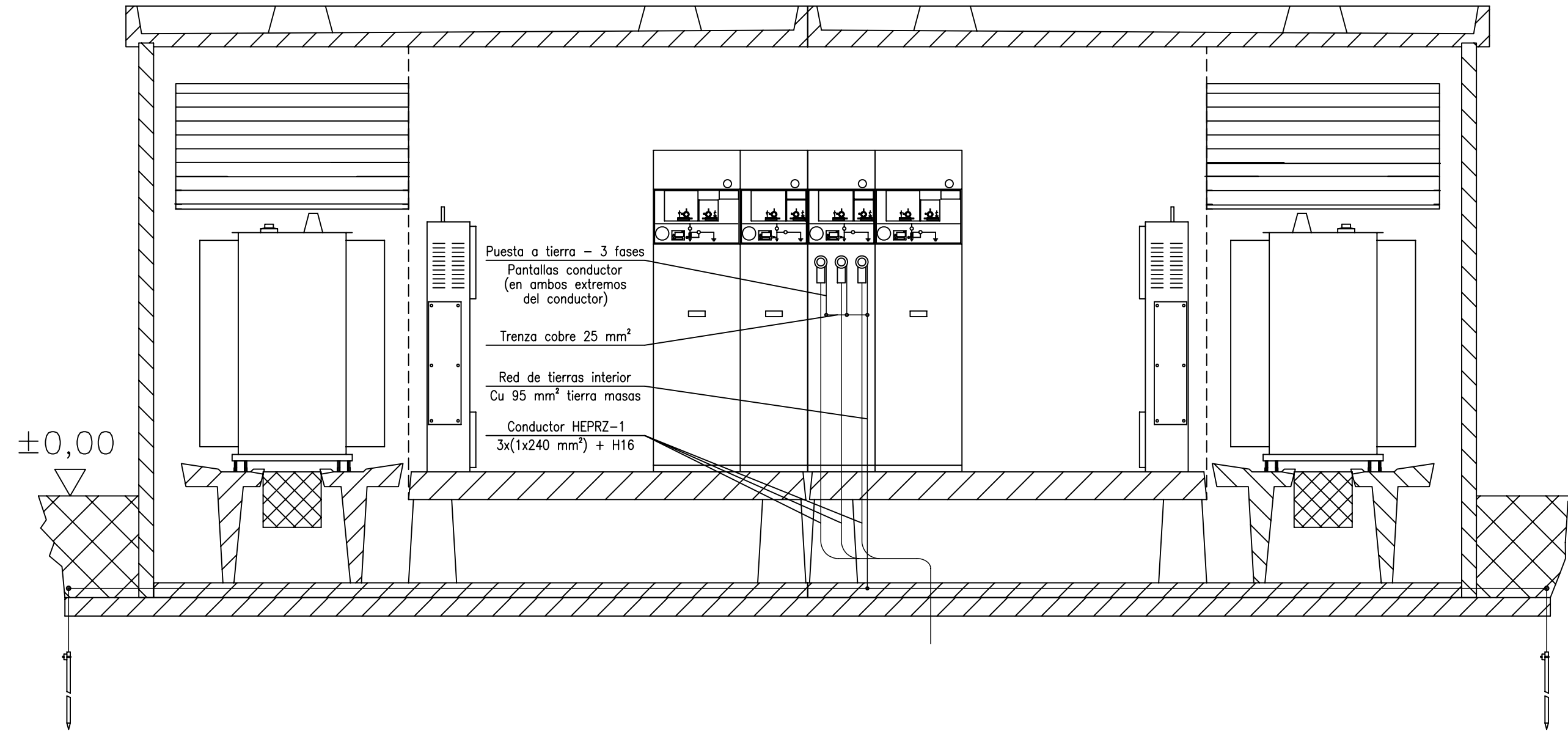
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS


FECHA:  
JULIO 2013

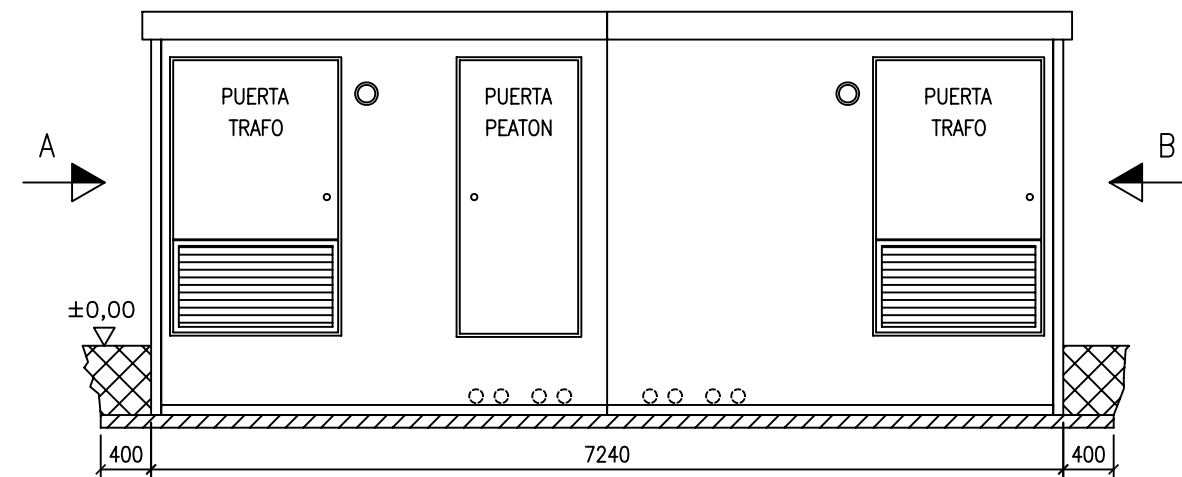
ESCALA:  
1:50

PLANO N°:  
6(R0)

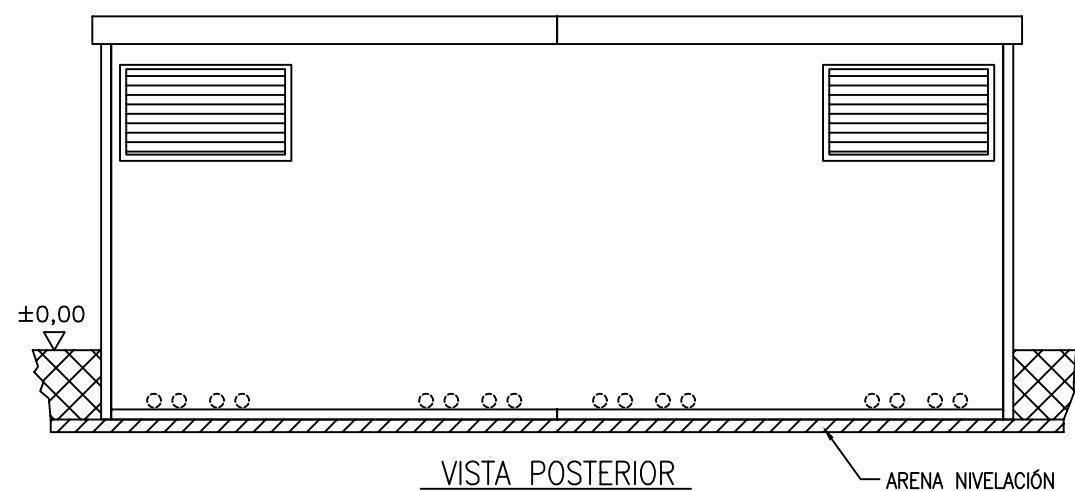




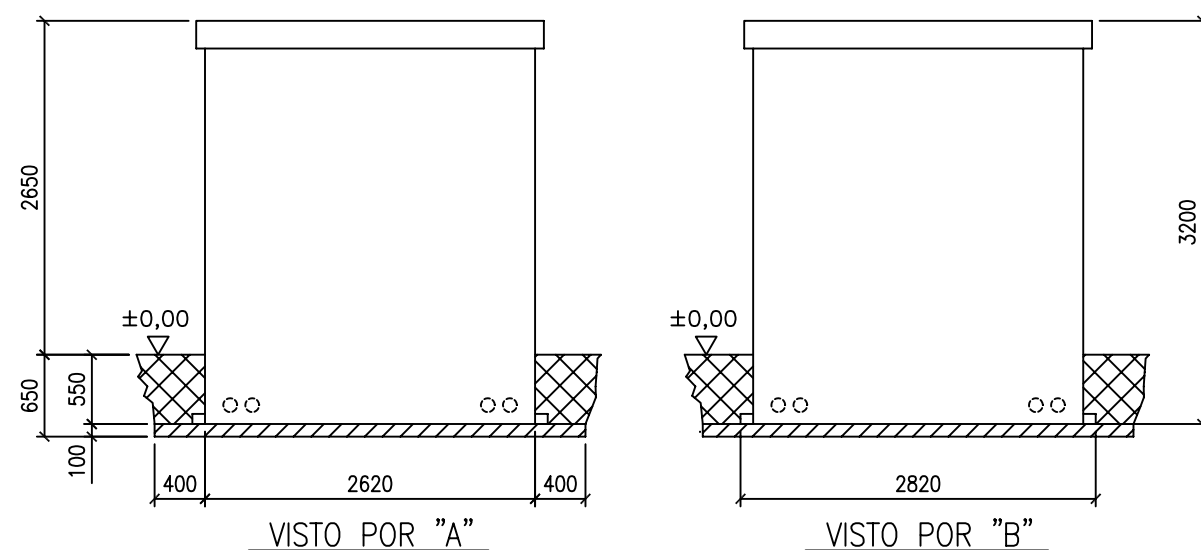
	PROYECTO FIN DE CARRERA			
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA			
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3		REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL	REVISADO:	
PLANO DE: Detalles de conexión de conductor de media tensión y puesta a tierra del centro de transformación n°1		Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:25
			PLANO N°:	7(R0)



VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR

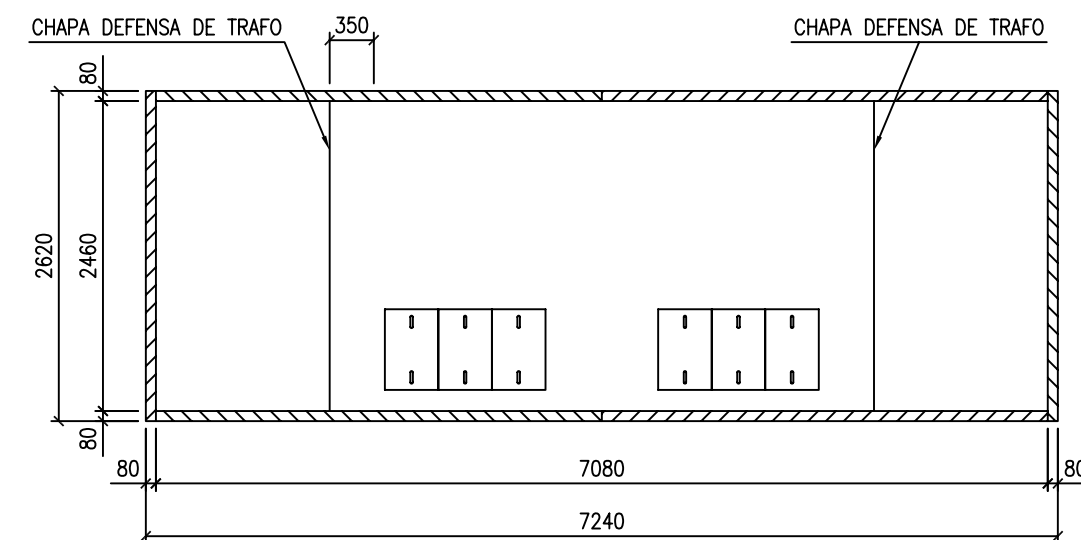
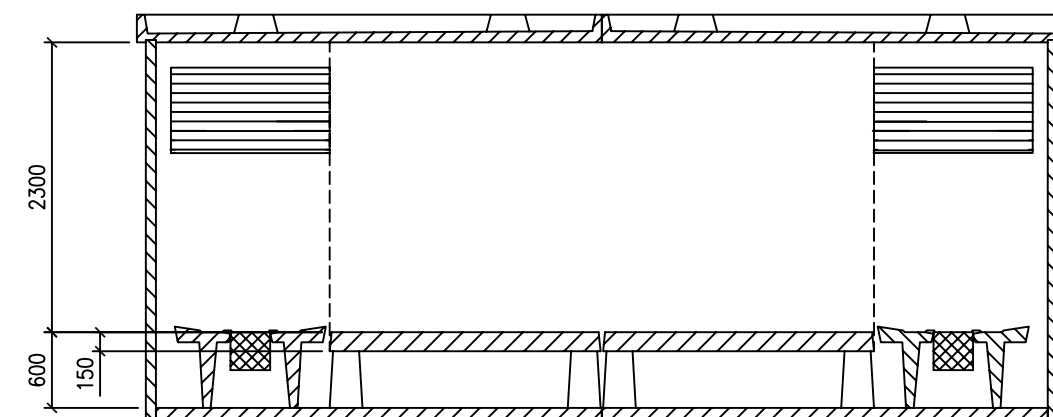


VISTO POR "A"

VISTO POR "B"

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
8,04 m. LARGO x 3,42 m. ANCHO x 0,65 m. PROFUND.

DIMENSIONES EXTERIORES



DIMENSIONES INTERIORES



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Dimensiones exteriores e interiores del centro de transformación n°1

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

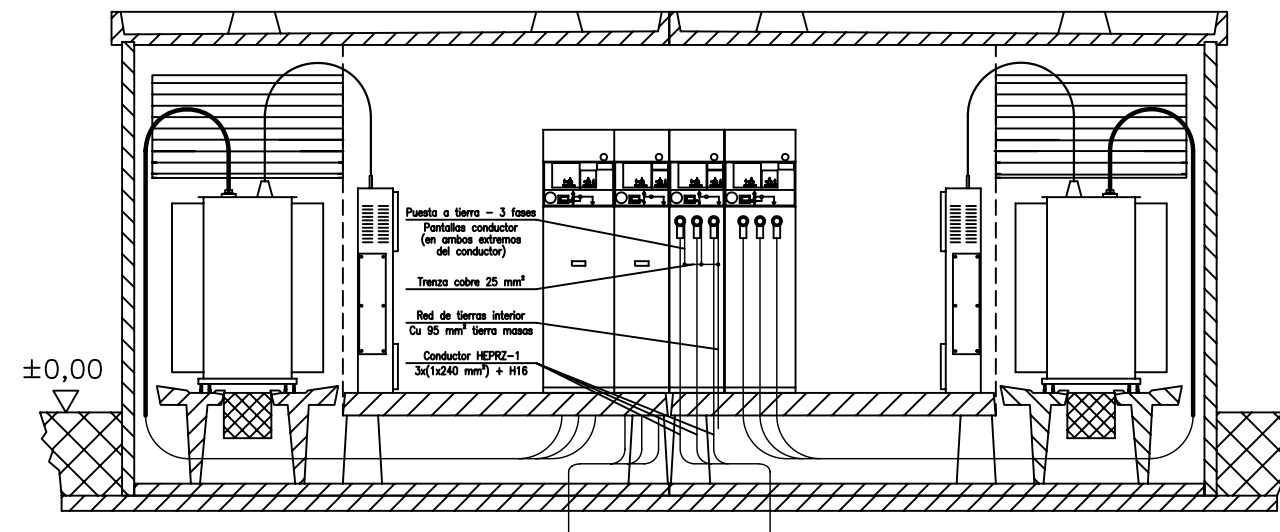
SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

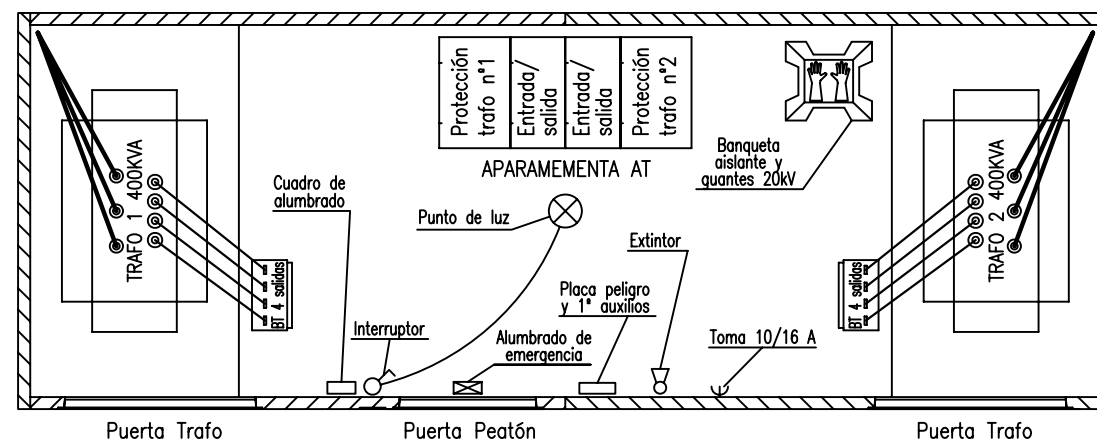
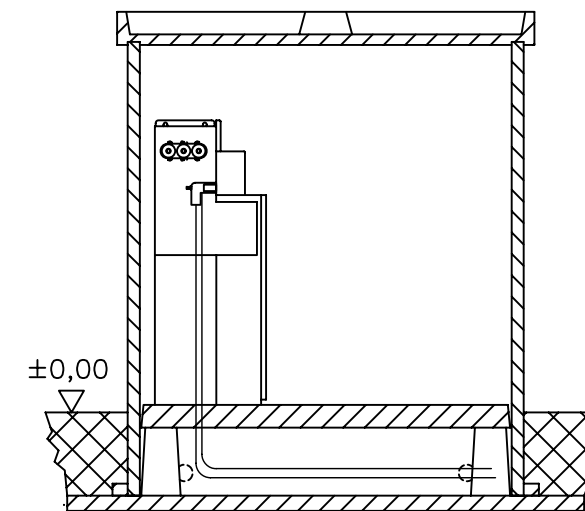
FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:60

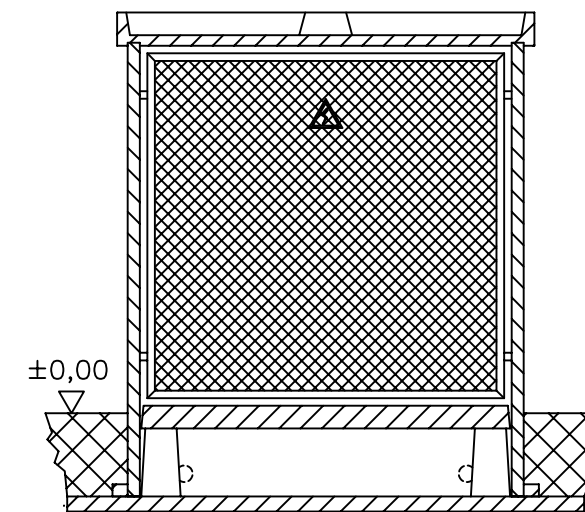
PLANO N°:  
8(R0)



ALZADO



PLANTA



PERFIL



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de las instalaciones auxiliares del centro de transformación n°1

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

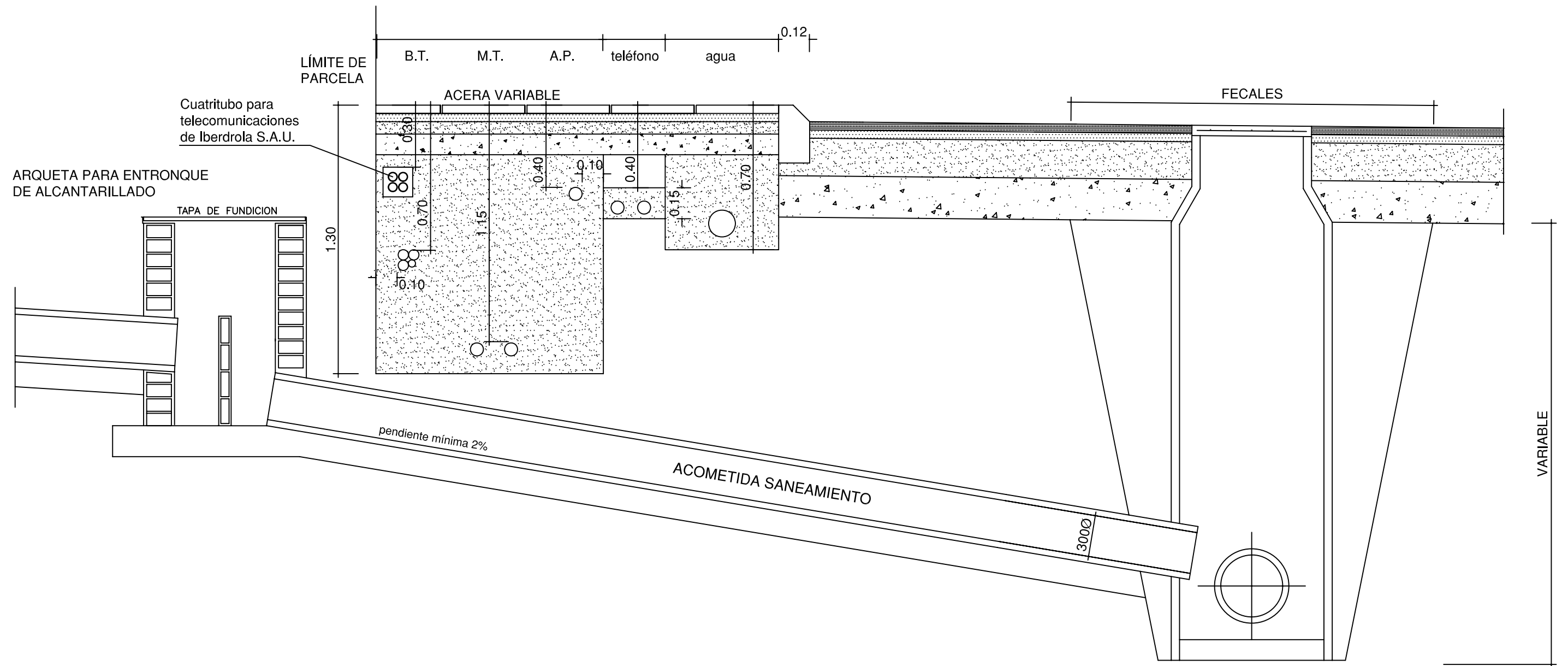
SUSTITUIDO POR:



LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:50

PLANO N°:  
9(R0)



	PROYECTO FIN DE CARRERA			<b>Universidad</b> <b>Politécnica</b> <b>de Cartagena</b>	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:	
PLANO DE: Coordinación de servicios				COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: S/E	PLANO N°: 10(R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 61 de 67

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1. OBJETO.**

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

### **2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.**

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto.

#### **2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

#### **2.3. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

#### **2.4. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

#### **2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección Facultativa, que será quien resuelva en las



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 62 de 67

mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

### **3. MEMORIA.**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

#### **3.1. OBRA CIVIL. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.**

##### **3.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.**

###### **3.1.1.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

###### **3.1.1.2. Medidas de preventivas.**

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

##### **3.1.2. ESTRUCTURA.**

###### **3.1.2.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 63 de 67

- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocutaciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

### **3.1.2.2. Medidas preventivas.**

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.1.3. CERRAMIENTOS.**

#### **3.1.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

#### **3.1.3.2. Medidas de prevención.**

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.1.4. ALBAÑILERÍA.**

#### **3.1.4.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 64 de 67

#### **3.1.4.2. Medidas de prevención.**

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **3.2. MONTAJE. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN.**

#### **3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.**

##### **3.2.1.1. Riesgos más frecuentes.**

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

##### **3.2.1.2. Medidas de prevención.**

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### **3.2.2. MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**

##### **3.2.2.1. Riesgos más frecuentes**

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

##### **3.2.2.2. Medidas de prevención.**

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el Real Decreto 485/1997 de señalización.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 65 de 67

- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

### **3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.**

#### **3.2.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Contacto eléctrico en alta y baja tensión.
- Arco eléctrico en alta y baja tensión.
- Elementos candentes.

#### **3.2.3.2. Medidas de prevención.**

- Coordinar con la compañía suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

## **4. ASPECTOS GENERALES.**

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

### **4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

## **5. NORMATIVA APLICABLE.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 66 de 67

### 5.1. **NORMAS OFICIALES**

- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- RD 39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Título II, Capítulo VI.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 67 de 67

## **RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

### **RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

#### **Titular.**

**AL INICIO:** El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

**AL FINAL:** El titular de la instalación al final será IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., con NIF nº A-95.075.578 y domicilio social en calle Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

#### **Emplazamiento.**

El Centro de Transformación nº1, de 400+400 KVA, se halla ubicado en la parcela ST-1 reservada al efecto en la Unidad de Actuación Nº1 del Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el P.G.M.O.

#### **Localidad.**

El centro de transformación se halla ubicado en la localidad de Cabo de Palos, en Cartagena.

#### **Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en KVA.**

Potencia del transformador 1:	400 KVA
Potencia del transformador 2:	400 KVA
Potencia total:	800 KVA

#### **Tipo de transformador.**

Refrigeración del transformador 1:	aceite
Refrigeración del transformador 2:	aceite

#### **Volumen total en litros de dieléctrico.**

Volumen de dieléctrico transformador 1:	290 litros
Volumen de dieléctrico transformador 2:	290 litros
Volumen total de dieléctrico:	580 litros

#### **Presupuesto total.**

Presupuesto de ejecución material:	61.081,00 €
------------------------------------	-------------

## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

### **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

#### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### **PROYECTO FIN DE CARRERA**



### **INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3**

Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Alumno: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. i de viii

## ÍNDICE

### **DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

	Pág.
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
1. OBJETO DEL PROYECTO.	1
2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.	1
2.1. NORMAS GENERALES.	1
2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.	2
2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.	2
2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.	3
2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).	3
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.	3
4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	3
4.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.	3
4.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.	3
5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	4
6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.	4
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	6
7.1. LOCAL.	6
7.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.	6
7.1.1.1. Edificio de Transformación: PF-2030.	7
7.1.1.1.1. Descripción.	7
7.1.2. CIMENTACIÓN.	7
7.1.3. SOLERA Y PAVIMENTO: PLACA PISO.	7
7.1.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES: ENVOLVENTE.	7
7.1.5. TABIQUERÍA INTERIOR.	7
7.1.6. CUBIERTAS.	8
7.1.7. FORJADOS Y CUBIERTAS.	8
7.1.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS.	8

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. ii de viii

	Pág.
7.1.8.1. Acabado.	8
7.1.9. VARIOS.	8
7.1.9.1. Accesos.	8
7.1.9.2. Ventilación.	8
7.1.9.3. Alumbrado.	8
7.1.9.4. Varios.	8
7.1.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO.	8
7.1.10.1. Características detalladas.	8
7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	9
7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.	9
7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	9
7.2.2.1. Celda de entrada.	11
7.2.2.2. Celda de salida.	13
7.2.2.3. Celda de protección.	13
7.2.2.4. Celda de medida.	15
7.2.2.5. Celda del transformador.	15
7.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN.	16
7.2.3.1. Embarrado general. Interconexiones de MT.	16
7.2.3.2. Piezas de conexión.	16
7.2.3.3. Aisladores de apoyo.	16
7.2.3.4. Aisladores de paso.	16
7.2.3.5. Defensa de transformadores.	16
7.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	16
7.4. PUESTA A TIERRA.	17
7.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN	17
7.4.2. TIERRA DE SERVICIO.	17
7.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO	17
7.5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN	17
7.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE BAJA TENSIÓN.	19
7.5.2.1. Interconexiones de BT.	19
7.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.	19
7.6.1. ALUMBRADO.	19
7.6.1.1. Equipo de iluminación general.	19
7.6.1.2. Equipo de iluminación de emergencia.	19
7.6.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES (EN SU CASO).	19

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iii de viii

	Pág.
7.6.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS	19
7.6.4. VENTILACIÓN.	19
7.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD.	20
7.6.6. ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.	20
7.7. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.	20
8. <i>PRESUPUESTO GENERAL.</i>	20
9. <i>CONCLUSIÓN.</i>	20

## **ANEXO N°1: INICIO DE LAS OBRAS** **22**

## **ANEXO N°2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS** **23**

### **DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

	Pág.
1. <i>INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.</i>	27
2. <i>INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.</i>	27
3. <i>CORTOCIRCUITOS.</i>	28
3.1. OBSERVACIONES.	28
3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.	28
3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	28
3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	28
4. <i>CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL EMBARRADO Y CUADRO DE BT.</i>	29
4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.	29
4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.	29
4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.	29
5. <i>SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y DE LOS FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.</i>	29
5.1. TRANSFORMADOR 1.	29
5.2. TRANSFORMADOR 2.	30
5.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN UPPER	31



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iv de viii

	Pág.
5.4. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.	31
6. <i>DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.</i>	32
7. <i>DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.</i>	32
8. <i>CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.</i>	33
8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	33
8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	33
8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.	33
8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	33
8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	35
8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	36
8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.	36
8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.	37
8.9. CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.	38

### **DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES**

	Pág.
1. <i>CALIDADES DE LOS MATERIALES.</i>	40
1.1. OBRA CIVIL.	40
1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	40
1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.	40
1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.	41
2. <i>NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</i>	41
2.1. NORMAS GENERALES.	41
2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.	42
2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.	42
2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.	42
2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).	43





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. v de viii	

	Pág.
3. <i>REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.</i>	43
4. <i>CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.</i>	43
4.1. PUESTA EN SERVICIO.	44
4.2. SEPARACIÓN DE SERVICIO.	44
4.3. MANIOBRAS DE MANTENIMIENTO.	44
4.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	44
4.5. SEGURIDAD PÚBLICA.	45
5. <i>REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.</i>	45
6. <i>CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.</i>	45
7. <i>LIBRO DE ÓRDENES.</i>	46
8. <i>MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.</i>	46
8.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.	46
8.2. MATERIAL ELÉCTRICO.	46
8.3. MAQUINARIA.	46
8.4. PARTIDAS ALZADAS.	46
8.5. MEDIOS AUXILIARES.	46
9. <i>DISPOSICIONES GENERALES.</i>	46
9.1. PLAN DE OBRAS.	46
9.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.	47
9.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.	47
9.4. PLAZO DE GARANTÍA.	47
9.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.	47
9.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.	47
9.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.	47
9.8. JORNALES MÍNIMOS.	47
9.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.	48
9.10. DISPOSICIÓN FINAL.	48

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. vi de viii

### **DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO**

	Pág.
1. <i>PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.</i>	49
2. <i>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.</i>	53
3. <i>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.</i>	53

### **DOCUMENTO N°5: PLANOS**

	Pág.
<b>LISTADO DE PLANOS</b>	<b>54</b>
1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.	1 (R0)
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.	2 (R0)
3. UBICACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN EL PLAN PARCIAL CP-3.	3 (R0)
4. PASO DE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN AL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	4 (R0)
5. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	5 (R0)
6. DETALLE DE LA RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	6 (R0)
7. DETALLES DE CONEXIÓN DE CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN Y PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	7 (R0)
8. DIMENSIONES EXTERIORES E INTERIORES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	8 (R0)
9. DETALLE DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	9 (R0)
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.	10 (R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. vii de viii

## **DOCUMENTO N°6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

	Pág.
1. OBJETO.	65
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.	65
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.	65
2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	65
2.3. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.	65
2.4. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.	65
2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.	65
3. MEMORIA.	66
3.1. OBRA CIVIL. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.	66
3.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.	66
3.1.1.1. Riesgos más frecuentes.	66
3.1.1.2. Medidas de prevención.	66
3.1.2. ESTRUCTURA.	66
3.1.2.1. Riesgos más frecuentes.	66
3.1.2.2. Medidas de prevención.	67
3.1.3. CERRAMIENTOS.	67
3.1.3.1. Riesgos más frecuentes.	67
3.1.3.2. Medidas de prevención.	67
3.1.4. ALBAÑILERÍA.	67
3.1.4.1. Riesgos más frecuentes.	67
3.1.4.2. Medidas de prevención.	68
3.2. MONTAJE. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN.	68
3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.	68
3.2.1.1. Riesgos más frecuentes.	68
3.2.1.2. Medidas de prevención.	68
3.2.2. MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE BAJA TENSIÓN.	68
3.2.2.1. Riesgos más frecuentes.	68
3.2.2.2. Medidas de prevención.	68
3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.	69
3.2.3.1. Riesgos más frecuentes.	69

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. viii de viii

	Pág.
3.2.3.2. Medidas de prevención.	69
4. <i>ASPECTOS GENERALES.</i>	69
4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.	69
5. <i>NORMATIVA APLICABLE.</i>	69
5.1. NORMAS OFICIALES	70

## **DOCUMENTO N°7: RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

	Pág.
<b>RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS</b>	<b>71</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 1 de 71

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. OBJETO DEL PROYECTO.

Por orden del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena se ordena la redacción del presente proyecto, con el fin de definir las características y obras necesarias para dotar el Plan Parcial CP-3 de Cabo de Palos, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO), de los Centros de Transformación necesarios para el suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a parcelas industriales y alumbrado viario y espacios libres correspondientes.

Así mismo, se pretende obtener de los Organismos competentes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la aprobación del mismo y las correspondientes licencias administrativas y autorizaciones para la puesta en marcha de la instalación que se relaciona.

El objeto del presente proyecto es describir las instalaciones, definir las condiciones técnicas y legales que han de cumplirse así como las de seguridad tanto de las instalaciones como del personal que las ejecutará, definiendo las instalaciones de alta y de baja tensión.

En la redacción del mismo se han tenido en cuenta las disposiciones de aplicación en este tipo de instalaciones eléctricas, basándonos en el vigente Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre).

El uso de la energía eléctrica que suministrará el Centro de Transformación objeto del presente proyecto se justificará en el punto 6 de la Memoria.

### 2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

#### 2.1. NORMAS GENERALES.

- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09* (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación* (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, BOE 01/12/1982).
- *Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación* (Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, BOE 25/10/1984).
- *Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias*. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias* (BOE Nº224 de 18/09/2002).
- *Autorización de Instalaciones Eléctricas* (Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994).
- *Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores*. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 2 de 71

- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27 de diciembre de 2000).*
- *Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE de 18 de marzo de 2008).*
- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 2949/1982, de 15 de octubre, de Acometidas Eléctricas.*
- *NTE-IEP. Norma tecnología de 24/03/1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a tierra.*
- *Normas UNE / IEC y recomendaciones UNESA.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Revisión del Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Ordenanzas municipales del Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.*
- *Normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).*
- *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.*
- *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*
- *Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- *Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*
- *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Cualquier normativa y Reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.*

## 2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.

- *CEI 62271-202      UNE-EN 62271-202*  
Centros de Transformación prefabricados.
- *NBE-X*  
Normas Básicas de la Edificación.

## 2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.

- *CEI 62271-1      UNE-EN 60694*  
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- *CEI 61000-4-X      UNE-EN 61000-4-X*  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- *CEI 62271-200      UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)*



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 3 de 71

Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.

- *CEI 62271-102*      *UNE-EN 62271-102*  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- *CEI 62271-103*      *UNE-EN 60265-1*  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.
- *CEI 62271-105*      *UNE-EN 62271-105*  
Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

#### 2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.

- *CEI 60076-X*  
Transformadores de potencia.

#### 2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).

- *EN 50464-2-1:2007*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008)
- *UNE 21428-X-X*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 KV.
- *UNE 21428*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 KV.

### 3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

En el correspondiente plano de situación se refleja la situación de las obras objeto del proyecto de Centro de Transformación nº2, de 400+400 KVA, ubicado en la parcela ST-2 de la Unidad de Actuación Nº1 del Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el P.G.M.O.



### 4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

#### 4.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.

El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

#### 4.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.

El titular final para la instalación de centro de transformación de 2x400 KVA será la compañía suministradora de energía eléctrica IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA,

	<p><b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b></p> <p><b>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b></p>	
---	--	---



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 4 de 71

S.A.U., con NIF nº A-95.075.578 y domicilio social en C/ Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

## 5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto, tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola S.A.U. a la tensión trifásica de 20 KV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en el proyecto son:

CGMCOSMOS: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

## 6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.

La energía eléctrica suministrada por el centro de transformación proyectado a una tensión trifásica de 400 V será empleada en las necesidades de potencia eléctrica que se desglosan a continuación.

Los criterios de cálculo para la justificación de la potencia máxima a transportar han sido los siguientes:

### Manzana 1:

- Parcela Supermercado (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/1A (cs=1)		189,58 Kw.
- Parcela At1/1B (cs=1)		114,49 Kw.
- Parcela At1/1C (cs=1)		99,29 Kw.
- Parcela At2/1 (cs=1)		105,16 Kw.
- Alumbrado público (cs=1)		9,21 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>517,73 KW</b>

### Manzana 2:

- Parcela At1/2A (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/2B (cs=1)		265,07 Kw.
- Parcela At1/2C (cs=1)		257,95 Kw.
- Parcela At1/2D (cs=1)		112,52 Kw.
- Parcela At1/2E (cs=1)		849,75 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>1.485,29 KW</b>

### Manzana 3:

- Parcela At1/3A (cs=1)		352,88 Kw.
- Parcela At1/3C (cs=1)		287,25 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>640,13 KW</b>

### Manzana Gasolinera:

- Parcela At2/2 (cs=1)		85,54 Kw.
- Parcela At2/3 (cs=1)		129,01 Kw.
- Parcela At2/4 (cs=1)		81,11 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>295,66 KW</b>

**TOTAL POTENCIA INSTALADA: 2.938,81 KW**



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 5 de 71

En las manzanas AP/2, JAR/3B, AP/5 y AP/6, por tratarse de espacios libres, no está prevista la instalación de acometidas eléctricas de baja tensión.

Las actuales necesidades de potencia hacen un total de **2.938,81 KW**.

Las parcelas que se van a alimentar mediante el centro de transformación n°2 son las siguientes:

**Manzana 1:**

- Alumbrado público (cs=1) . . . . . 9,21 Kw.

**Manzana 2:**

- Parcela At1/2B (cs=1) . . . . . 265,07 Kw.

- Parcela At1/2C (cs=1) . . . . . 257,95 Kw.

- Parcela At1/2D (cs=1) . . . . . 112,52 Kw.

- Parcela At1/2E (cs=1) . . . . . 420,06 Kw.

**SUBTOTAL: 1.064,81 KW**

Teniendo en cuenta que desde cada transformador proyectado han de partir como máximo dos anillos y que las necesidades de potencia en baja tensión para las parcelas alimentadas a través del centro de transformación n°2 suponen un total de 1.064,81 KW, se va a definir la potencia de los transformadores en cada posición del centro de transformación.

Además de la potencia demandada por las parcelas anteriormente indicadas, se debe garantizar la continuidad de suministro del centro de transformación interior existente "UPPER", de cliente (o abonado) del supermercado, cuya potencia máxima es de 630 KVA, que se efectuará directamente en media tensión.

**POSICIÓN N°1 DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

**ANILLO 5:**

A través del anillo 1 se dará suministro a la siguiente parcela:

- Parcela At1/2B (cs=1) . . . . . 265,07 Kw.

**SUBTOTAL: 265,07 KW**

**ANILLO 6:**

A través del anillo 2 se dará suministro a la siguiente parcela:

- Parcela At1/2C (cs=1) . . . . . 257,95 Kw.

**SUBTOTAL: 257,95 KW**

La potencia total en baja tensión suministrada mediante el transformador T1 será de 523,02 KW.

Para definir la potencia necesaria para el transformador, se debe tener en cuenta que en el caso de instalaciones industriales se debe aplicar un coeficiente de simultaneidad de 0,64, con un factor de potencia para este tipo de instalaciones de 0,9.

Así, la potencia necesaria del transformador será:

$$PTrafo1 = \frac{523,02 \cdot 0,64}{0,9} = 371,93 \text{ KVA}$$



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 6 de 71

Lo que significa que para abastecer de energía las parcelas alimentadas mediante los anillos 1 y 2 habrá que utilizar un transformador de 400 KVA, normalizado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

### **POSICIÓN N°2 DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

#### **ANILLO 7:**

A través del anillo 3 se dará suministro a las siguientes parcelas:

- Parcela At1/2D (cs=1)	112,52 Kw.
- Parcela At1/2E (cs=1)	143,22 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>255,74 KW</b>

#### **ANILLO 8:**

A través del anillo 4 se dará suministro a las siguientes parcelas:

- Parcela At1/2E (cs=1)	276,84 Kw.
- Alumbrado público (cs=1)	9,21 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>286,05 KW</b>

La potencia total en baja tensión suministrada mediante el transformador T2 será de 541,79 KW.

Para definir la potencia necesaria para el transformador, se debe tener en cuenta que en el caso de instalaciones industriales se debe aplicar un coeficiente de simultaneidad de 0,64, con un factor de potencia para este tipo de instalaciones de 0,9.

Así, la potencia necesaria del transformador será:

$$PTrafo2 = \frac{541,79 \cdot 0,64}{0,9} = 385,27 \text{ KVA}$$

Lo que significa que para abastecer de energía las parcelas alimentadas mediante los anillos 3 y 4 habrá que utilizar un transformador de 400 KVA, normalizado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

El **centro de transformación n°2** contendrá dos máquinas de 400 KVA, por lo que para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de 800 KVA, siendo posible ampliar la potencia del mismo.

## **7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

### **7.1. LOCAL.**

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

#### **7.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 7 de 71

#### **7.1.1.1. Edificio de Transformación: PF-2030.**

##### **7.1.1.1.1. Descripción.**

Los Centros de Transformación PF, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), están formados por distintos elementos prefabricados de hormigón, que se ensamblan en obra para constituir un edificio, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

Estos Centros de Transformación pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en lugares de difícil acceso gracias a su estructura modular.

La fabricación seriada de todos los elementos empleados en la construcción garantizan una calidad uniforme en todos los Centros de Transformación.

#### **7.1.2. CIMENTACIÓN.**

Para la ubicación de los centros de transformación PF es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función del modelo y de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

#### **7.1.3. SOLERA Y PAVIMENTO: PLACA PISO.**

Sobre la placa base, y a una altura de unos 500 mm, se sitúa la placa piso, que se apoya en un resalte interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### **7.1.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES: ENVOLVENTE.**

Los paneles que forman la envolvente están compuestos por hormigón armado vibrado y tienen las inserciones necesarias para su manipulación.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

El transformador va ubicado sobre una "Meseta de Transformador" diseñada específicamente para distribuir el peso del mismo uniformemente sobre la placa base y recoger el volumen de líquido refrigerante del transformador ante un eventual derrame.

La placa base está formada por una losa de forma rectangular con una serie de bordes elevados, que se une en sus extremos con las paredes. En su perímetro se sitúan los orificios de paso de los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

#### **7.1.5. TABIQUERÍA INTERIOR.**

No se hace necesaria la disposición de tabiquería interior por tratarse de un local prefabricado.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 8 de 71

#### **7.1.6. CUBIERTAS.**

No procede por tratarse de un local prefabricado.

#### **7.1.7. FORJADOS Y CUBIERTAS.**

No procede por tratarse de un local prefabricado.

#### **7.1.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS.**

##### **7.1.8.1. Acabado.**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura de color blanco en las paredes, y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### **7.1.9. VARIOS.**

##### **7.1.9.1. Accesos.**

En las paredes frontal y posterior se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas de transformador (ambas con apertura de 180°) y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura que ancla las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

##### **7.1.9.2. Ventilación.**

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de “V” invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, e interiormente se complementa con una rejilla con malla mosquitera.

##### **7.1.9.3. Alumbrado.**

El edificio se proveerá de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, que dispondrá de un interruptor para realizar dicho cometido.

##### **7.1.9.4. Varios.**

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

#### **7.1.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO.**

Véase apartados 7.1.1 a 7.1.9.

##### **7.1.10.1. Características detalladas.**

Número de transformadores: 2

Número de reserva de celdas: 2

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 9 de 71	

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores:

- Longitud: 7.240 mm.
- Fondo: 2.620 mm.
- Altura: 3.200 mm.
- Altura vista: 2.650 mm.
- Peso: 23.550 Kg.

Dimensiones interiores:

- Longitud: 7.080 mm.
- Fondo: 2.460 mm.
- Altura: 2.900 mm.

Dimensiones de la excavación:

- Longitud: 8.040 mm.
- Fondo: 3.420 mm.
- Profundidad: 650 mm.

Nota: Estas dimensiones son aproximadas, en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

## 7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

### 7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es de tipo subterráneo, con una tensión de 20 KV, nivel de aislamiento según MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía suministradora de energía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 KA eficaces.

### 7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

**Celdas: CGMCOSMOS.**

Sistema de celdas de media tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

#### **Construcción.**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 10 de 71

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

### **Seguridad.**

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

### **Inundabilidad.**

Equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

### **Grados de Protección.**

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

### **Conexión de cables.**

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

### **Enclavamientos.**

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

### **Características eléctricas.**

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 11 de 71	

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

#### 7.2.2.1. Celda de entrada.

Entrada / Salida 1: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

La celda CGMCOSMOS-L de línea con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

▪ Tensión asignada:	24 KV
▪ Intensidad asignada:	400 A
▪ Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 KA
▪ Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
▪ Nivel de aislamiento:	
• Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 KV
• Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 KV
▪ Capacidad de cierre (cresta):	40 KA
▪ Capacidad de corte	
• Corriente principalmente activa:	400 A

- Características físicas:

▪ Ancho:	365 mm
▪ Fondo:	735 mm
▪ Alto:	1.740 mm
▪ Peso:	95 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Entrada / Salida 2: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

La celda CGMCOSMOS-L de línea con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 12 de 71

corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

▪ Tensión asignada:	24 KV
▪ Intensidad asignada:	400 A
▪ Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 KA
▪ Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
▪ Nivel de aislamiento:	
• Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 KV
• Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 KV
▪ Capacidad de cierre (cresta):	40 KA
▪ Capacidad de corte	
• Corriente principalmente activa:	400 A

- Características físicas:

▪ Ancho:	365 mm
▪ Fondo:	735 mm
▪ Alto:	1.740 mm
▪ Peso:	95 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Entrada / Salida 3: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

La celda CGMCOSMOS-L de línea con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

▪ Tensión asignada:	24 KV
▪ Intensidad asignada:	400 A
▪ Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 KA
▪ Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
▪ Nivel de aislamiento:	
• Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 KV
• Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 KV
▪ Capacidad de cierre (cresta):	40 KA
▪ Capacidad de corte	
• Corriente principalmente activa:	400 A

- Características físicas:

▪ Ancho:	365 mm
▪ Fondo:	735 mm





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 13 de 71

- Alto: 1.740 mm
- Peso: 95 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

#### **7.2.2.2. Celda de salida.**

Véase punto 7.2.2.1.

#### **7.2.2.3. Celda de protección.**

Protección Transformador 1: **CGMCOSMOS-P Protección fusibles**

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra eKorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 KV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 KV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 KV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1.740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

Protección Transformador 2: **CGMCOSMOS-P Protección fusibles**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 14 de 71

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

▪ Tensión asignada:	24 KV
▪ Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
▪ Intensidad asignada en la derivación:	200 A
▪ Intensidad fusibles:	3x25 A
▪ Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 KA
▪ Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
▪ Nivel de aislamiento:	
• Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 KV
• Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 KV
▪ Capacidad de cierre (cresta):	40 KA
▪ Capacidad de corte	
• Corriente principalmente activa:	400 A

- Características físicas:

▪ Ancho:	470 mm
▪ Fondo:	735 mm
▪ Alto:	1.740 mm
▪ Peso:	140 kg

- Otras características constructivas:

▪ Mando posición con fusibles:	manual tipo BR
▪ Combinación interruptor-fusibles:	combinados

Protección línea de alimentación al centro de transformación UPPER: **CGMCOSMOS-P**  
**Protección ruptor-fusibles**

La celda CGMCOSMOS-P de protección con ruptor-fusibles con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 15 de 71

- Tensión asignada: 24 KV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 KV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 KV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1.740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

#### **7.2.2.4. Celda de medida.**

Al ser un centro de transformación de distribución tipo compañía, no se hace necesaria la incorporación de celda de medida.

#### **7.2.2.5. Celda del transformador.**

Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca reconocida por la compañía suministradora de energía eléctrica, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +2,5%, +5%, +7,5%, +10%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

Transformador 2: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca reconocida por la compañía suministradora de energía eléctrica, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +2,5%, +5%, +7,5%, +10%

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 16 de 71	

- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

### 7.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

#### 7.2.3.1. Embarrado general. Interconexiones de MT.

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables de alta tensión 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al.

Puentes MT Transformador 2: **Cables MT 12/20 kV**

Cables de alta tensión 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al.

Puentes MT centro de transformación UPPER: **Cables MT 12/20 kV**

Cables de alta tensión 12/20 kV del tipo HEPRZ-1, unipolares, con conductores de sección y material 1x240 mm<sup>2</sup> Al.

#### 7.2.3.2. Piezas de conexión.

Las terminaciones para conexión de los puentes MT a cada uno de los transformadores son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, para conexión a la celda CGMCOSMOS-P, es EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

#### 7.2.3.3. Aisladores de apoyo.

No se precisan aisladores de apoyo.

#### 7.2.3.4. Aisladores de paso.

No se precisan aisladores de paso.

#### 7.2.3.5. Defensa de transformadores.

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

Defensa de Transformador 2: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

### 7.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 17 de 71

Al tratarse de un centro de transformación de distribución tipo compañía, no se efectúa medida de energía en media tensión.

#### **7.4. PUESTA A TIERRA.**

##### **7.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

##### **7.4.2. TIERRA DE SERVICIO.**

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de media tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de media tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

#### **7.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO.**

##### **7.5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **CBTO**

El cuadro de baja tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares.

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas.

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada de empleo: 440 V
  - Tensión asignada de aislamiento: 500 V
  - Intensidad asignada en los embarrados: 1.600 A
  - Frecuencia asignada: 50 Hz
  - Nivel de aislamiento:
    - Frecuencia industrial (1 min)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 18 de 71

- a tierra y entre fases: 10 KV
  - entre fases: 2,5 KV
  - Intensidad asignada de corta duración 1 s: 24 KA
  - Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 KA
- Características constructivas:
  - Anchura: 1.000 mm
  - Altura: 1.360 mm
  - Fondo: 350 mm
- Otras características:
  - Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

#### Cuadros BT - B2 Transformador 2: **CBTO**

El cuadro de baja tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares.

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas.

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada de empleo: 440 V
  - Tensión asignada de aislamiento: 500 V
  - Intensidad asignada en los embarrados: 1.600 A
  - Frecuencia asignada: 50 Hz
  - Nivel de aislamiento:
    - Frecuencia industrial (1 min)
      - a tierra y entre fases: 10 KV
      - entre fases: 2,5 KV
  - Intensidad asignada de corta duración 1 s: 24 KA
  - Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 KA
- Características constructivas:
  - Anchura: 1.000 mm
  - Altura: 1.360 mm

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 19 de 71

- Fondo: 350 mm
- Otras características:
  - Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

## 7.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE BAJA TENSIÓN.

### 7.5.2.1. Interconexiones de BT.

Puentes BT - B2 Transformador 1: ***Puentes transformador-cuadro***

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

Puentes BT - B2 Transformador 2: ***Puentes transformador-cuadro***

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

## 7.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.

### 7.6.1. ALUMBRADO.

#### 7.6.1.1. Equipo de iluminación general.

Se instalará un equipo de iluminación en el interior del centro de transformación que permita suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias. Se realizará intercalando un interruptor automático de 10 A y un disparador diferencial 2p, 25 A, 30 mA, para la correcta protección de la instalación.

El interruptor de encendido se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se colocará una base de enchufe tipo Schuko de 16 A. El interruptor de 10 A y 250 V accionará los puntos de luz para una correcta iluminación de todo el recinto del centro.

#### 7.6.1.2. Equipo de iluminación de emergencia.

Se instalará un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización a la salida del local.

### 7.6.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES (EN SU CASO).

No se prevé su instalación.

### 7.6.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

Al existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que el centro esté dotado de extintores, según RAT 14.

### 7.6.4. VENTILACIÓN.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 20 de 71

Se conseguirá mediante unas rejillas con lamas en forma de “V” invertida que se combina con una rejilla de mosquitera. Para asegurar una correcta ventilación del centro de transformación, la entrada de aire frío se realiza por la parte inferior, siendo evacuado el aire por las ranuras de la rejilla superior.

Las dimensiones de las rejillas se determinan en el Documento nº2: Cálculos Justificativos.

#### **7.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
4. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
5. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

#### **7.6.6. ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.**

El centro de transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

#### **7.7. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

### **8. PRESUPUESTO GENERAL.**

Asciende el Presupuesto de Ejecución por Contrata a la cantidad de NOVENTA Y SIETE MIL SEICIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS (97.655,71 €).

### **9. CONCLUSIÓN.**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 21 de 71

Con lo anteriormente expuesto y en unión de los documentos que se acompañan, se considera suficientemente descrita la instalación proyectada, sometiéndola a la consideración de los Organismos Competentes y quedando a su disposición para aclarar o ampliar aquello que estimen necesario.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 22 de 71

## **ANEXO Nº1: INICIO DE LAS OBRAS**

La redacción por parte del Ingeniero Industrial, autor del presente proyecto – visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia –, no implica que la obligación asumida formalmente de llevar a cabo la dirección técnica, se produzca de forma automática, o sea, que para que la ejecución material del trabajo se verifique bajo la supervisión y dirección efectiva del técnico autor del proyecto es necesario que se cumplan por parte del promotor los siguientes requisitos:

- a) Que el promotor notifique por escrito al técnico autor del proyecto que ha obtenido la correspondiente licencia administrativa que ampara la licitud del inicio de las obras proyectadas.
- b) Que el promotor notifique por escrito al técnico la fecha de inicio de las obras.
- c) Que se levante la correspondiente acta de inicio firmada por el promotor y el técnico que asume la efectiva dirección de las obras.

En caso de no cumplirse los requisitos antes indicados, el técnico autor del presente proyecto declina cualquier tipo de responsabilidad administrativa, urbanística, civil o penal que se pueda derivar como consecuencia del inicio o ejecución de las obras sin su conocimiento e intervención efectiva.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 23 de 71

## ANEXO N°2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL

- Ud. Excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos y nivelación, para instalación de envolvente prefabricada de hormigón PF-2030, de ORMAZABAL o similar, de dimensiones 8,04 x 3,42 x 0,65 metros, incluso relleno de arena, enlosado perimetral y transporte a vertedero, totalmente acabado.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>950,00 €</b>
---------------------------	--------------	-----------------

- Ud. Edificio de transformación, prefabricado, constituido por una envolvente, de estructura modular, de hormigón armado, tipo PF-2030, de dimensiones generales aproximadas 7240 mm de largo por 2620 mm de fondo por 3200 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>12.800,00</b>
---------------------------	--------------	------------------

### CAPÍTULO 2: EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN

- Ud. Celda de entrada / salida compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-L, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>2.675,00 €</b>
---------------------------	--------------	-------------------

- Ud. Celda de protección de línea de alimentación de centro de transformación existente UPPER ruptor-fusible compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-P, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>3.500,00 €</b>
---------------------------	--------------	-------------------

- Ud. Celda de protección del transformador compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-P, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 24 de 71	

- Mando (fusibles): manual tipo BR
- Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

**Sin descomposición** **Total** **3.500,00 €**

- Ud. Puente MT Transformador: Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al empleando 3 de 10 m de longitud. Las terminaciones para conexión a la celda CGMCOSMOS-P son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR. Las terminaciones para conexión al transformador son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

**Sin descomposición** **Total** **1.175,00 €**

### CAPÍTULO 3: EQUIPOS DE POTENCIA

- Ud. Transformador 24 KV trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +2,5%, +5%, +7,5%, +10%. Se incluye también una protección con termómetro.

**Sin descomposición** **Total** **9.450,00 €**

### CAPÍTULO 4: EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

- Ud. Cuadro BT - B2 Transformador: Cuadro de baja tensión optimizado CBTO-C, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria. Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

**Sin descomposición** **Total** **2.975,00 €**

- Ud. Puentes BT - B2 Transformador: Juego de puentes de cables de BT de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

**Sin descomposición** **Total** **1.050,00 €**

### CAPÍTULO 5: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

#### Instalaciones de tierras exteriores

- Ud. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características:
- Geometría: Anillo rectangular.
  - Profundidad: 0,5 m.
  - Número de picas: cuatro.
  - Longitud de picas: 2 metros.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 25 de 71	

- Dimensiones del rectángulo: 8.0x3.0 m.

**Sin descomposición** **Total** **1.285,00 €**

- Ud. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas.
- Profundidad: 0,8 m.
- Número de picas: dos.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Distancia entre picas: 3 metros.

**Sin descomposición** **Total** **630,00 €**

#### Instalaciones de tierras interiores

- Ud. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de alta tensión y demás apartada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

**Sin descomposición** **Total** **925,00 €**

- Ud. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de baja tensión, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

**Sin descomposición** **Total** **925,00 €**

#### CAPÍTULO 6: VARIOS

- Ud. Protección metálica para defensa del transformador.

**Sin descomposición** **Total** **233,00 €**

- Ud. Equipo de iluminación compuesto de:
- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
  - Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

**Sin descomposición** **Total** **600,00 €**

- Ud. Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:
- Banquillo aislante
  - Par de guantes de amianto
  - Extintor de eficacia 89B
  - Una palanca de accionamiento
  - Armario de primeros auxilios

**Sin descomposición** **Total** **700,00 €**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 26 de 71

PA Pequeño material de señalización y seguridad del centro de transformación, incluso candados de seguridad, colocado.

**Sin descomposición**

**Total**

**150,00 €**

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 27 de 71

## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.**

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1)$$

donde:

P = potencia del transformador, en KVA.

$U_p$  = tensión primaria en el transformador, en KV.

$I_p$  = intensidad primaria en el transformador, en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 KV.

Para el transformador 1 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA. Se obtiene así una intensidad primaria  $I_{p400} = 11,5$  A.

Para el transformador 2 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA. Se obtiene así una intensidad primaria  $I_{p400} = 11,5$  A.

Para alimentar el centro de transformación UPPER existente, cuya potencia es de 630 kVA, se obtiene una intensidad primaria  $I_{p\text{ UPPER}} = 18,2$  A.

Por tanto, la intensidad total de alta tensión que hay en este centro de transformación es  $I_{p\text{ TOT}} = 41,3$  A.

### **2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.**

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2)$$

donde:

P = potencia del transformador, en KVA.

$U_s$  = tensión en el secundario del transformador, en KV.

$I_s$  = intensidad en el secundario del transformador, en A.

Para el transformador 1 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión en el secundario del transformador, de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor de  $I_s = 549,9$  A.

Para el transformador 2 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión en el secundario del transformador, de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor de  $I_s = 549,9$  A.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 28 de 71

### 3. CORTOCIRCUITOS.

#### 3.1. OBSERVACIONES.

Para el cálculo de las intensidades que originan un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de alta tensión, valor especificado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

#### 3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito primaria en la instalación se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (3.2.a)$$

donde:

$S_{CC}$  = potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

$U_p$  = tensión de servicio, en KV.

$I_{CCP}$  = corriente de cortocircuito primaria, en KA.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el secundario de la instalación, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{CC} \cdot U_s} \quad (3.2.b)$$

donde:

$P$  = potencia del transformador, en KVA.

$E_{CC}$  = tensión de cortocircuito del transformador, en %.

$U_s$  = tensión de servicio, en KV.

$I_{CCS}$  = corriente de cortocircuito primaria, en A.

#### 3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la expresión 3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 KV, la intensidad de cortocircuito en el primario del transformador es:

$$I_{CCP} = 10,1 \text{ KA.}$$

#### 3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para el transformador 1 de este centro de transformación, la potencia es de 400 KVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión en el secundario es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión con 420 V en vacío será, según la expresión 3.2.b,  $I_{CCS} = 13,7 \text{ KA.}$



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 29 de 71

Para el transformador 2 de este centro de transformación, la potencia es de 400 KVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión en el secundario es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión con 420 V en vacío será, según la expresión 3.2.b,  $I_{CCS} = 13,7 \text{ KA}$ .

#### **4. CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL EMBARRADO Y CUADRO DE BT.**

Las celdas habrán sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

##### **4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor.

Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

##### **4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada mediante la expresión 3.2.a de este Documento, por lo que:

$$I_{CC(dic)} = 2,5 \cdot I_{CCP} = 25,3 \text{ KA}.$$

##### **4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la armadura por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la norma en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{CC(ter)} = 10,1 \text{ KA}.$$

#### **5. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y DE LOS FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.**

Los transformadores están protegidos tanto en alta tensión como en baja tensión. En alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

##### **5.1. TRANSFORMADOR 1.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 30 de 71

La protección en alta tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección del transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

#### **Termómetro.**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### **Protecciones en BT.**

Las salidas de baja tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 3.4.

#### **5.2. TRANSFORMADOR 2.**

La protección en alta tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 31 de 71

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección del transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

#### **Termómetro.**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### **Protecciones en BT.**

Las salidas de baja tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 3.4.

#### **5.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN UPPER.**

La protección en alta tensión de este centro de transformación se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

La aparamenta del centro de transformación UPPER dispone de los sistemas de protección necesarios para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.
- Evitar las sobrecargas incluyendo un relé de protección del transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

#### **5.4. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 32 de 71

### Transformador 1.

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### Transformador 2.

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### Centro de transformación UPPER.

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 420 A para un cable de sección 240 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

## 6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot (\Delta T)^3}} \quad (6)$$

donde:

$W_{Cu}$  = pérdidas en el cobre del transformador, en w.

$W_{Fe}$  = pérdidas en el hierro del transformador, en w.

K = coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada, entre 0,35 y 0,40.

h = distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida, en m.

$\Delta T$  = aumento de temperatura del aire, en °C.

$S_r$  = superficie mínima de las rejillas de entrada, en mm<sup>2</sup>.

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los centros de transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein, en Vizcaya (España):

- 92202-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 KVA.
- 99827-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 KVA.

## 7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 33 de 71

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## **8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.**

### **8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este centro de transformación, se determina la resistividad media en 150 ohmios·m.

### **8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.**

En las instalaciones de alta tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- **Tipo de neutro.**

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a ésta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- **Tipo de protecciones.**

Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.



No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### **8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo representadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### **8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.**

Características de la red de alimentación:

	<p><b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b></p> <p><b>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b></p>	
---	--	---

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 34 de 71

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ KV.}$

Características de la red de alimentación:

- Limitación de la intensidad a tierra:  $I_{dm} = 500 \text{ A.}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de baja tensión:

- $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra,  $R_0 = 150 \text{ ohm}\cdot\text{m.}$
- Resistencia del hormigón,  $R'_0 = 3.000 \text{ ohm}\cdot\text{m.}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio del centro de transformación, y la intensidad del defecto se obtienen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (8.4.a)$$

donde:

$I_d$  = intensidad de falta a tierra, en A.  
 $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.  
 $V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión, en V.

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (8.4.b)$$

donde:

$I_{dm}$  = limitación de la intensidad de falta a tierra, en A.  
 $I_d$  = intensidad de falta a tierra, en A.

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

Y la resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ ohmios}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener un valor para  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

El valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo se obtiene a partir de la expresión:

$$K_r = \frac{R_t}{R_0} \quad (8.4.c)$$

donde:

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $K_r$  = coeficiente del electrodo.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 35 de 71

### Centro de transformación.

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-30/5/42
- Geometría del sistema: anillo rectangular
- Distancia de la red: 8,0 x 3,0 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros.

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia,  $K_r = 0,077$
- De la tensión de paso,  $K_p = 0,0165$
- De la tensión de contacto,  $K_c = 0,0364$

### Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \quad (8.4.d)$$

donde:

- $K_r$  = coeficiente del electrodo
- $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.
- $R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.

Por lo que para el centro de transformación:

$$R'_t = 11,55 \text{ ohmios}$$

La intensidad de defecto real,  $I'_d$ , tal y como indica la fórmula 8.4.b es:

$$I'_d = 500 \text{ A}$$

### 8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 36 de 71

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_d \cdot I'_d \quad (8.5.a)$$

donde:

$R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.

$I'_d$  = intensidad de defecto, en A.

$V'_d$  = tensión de defecto, en V.

por lo que en el centro de transformación:

$$V'_d = 5.775 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la expresión:

$$V'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (8.5.b)$$

donde:

$K_c$  = coeficiente de contacto.

$R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.

$I'_d$  = intensidad de defecto, en A.

$V'_c$  = tensión de paso en el acceso, en V.

por lo que tendremos en el centro de transformación:

$$V'_c = 2.730 \text{ V}$$

## **8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

La tensión de paso en el exterior vendrá dada por:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (8.6)$$

donde:

$K_p$  = coeficiente de paso.

$R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.

$I'_d$  = intensidad de defecto, en A.

$V'_p$  = tensión de paso en el exterior, en V.

por lo que para este caso, la tensión de paso en el centro de transformación será:

$$V'_p = 1.237,5 \text{ V}$$

## **8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.**

### **Centro de transformación.**

Los valores admisibles son, para una duración total d la falta, igual a:

$t = 0,7$  segundos.

$K = 72$

$n = 1$





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 37 de 71

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_0}{1000} \right) \quad (8.7.a)$$

donde:

K = coeficiente.

t = tiempo total de duración de la falta, en segundos.

n = coeficiente.

R<sub>0</sub> = resistividad del terreno, en ohm·m.

V<sub>p</sub> = tensión de paso en el exterior, en V.

por lo que, para este caso:

$$V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1000} \right) \quad (8.7.b)$$

donde:

K = coeficiente.

t = tiempo total de duración de la falta, en segundos.

n = coeficiente.

R<sub>0</sub> = resistividad del terreno, en ohm·m.

R'<sub>0</sub> = resistividad del hormigón, en ohm·m.

V<sub>p(acc)</sub> = tensión admisible de paso en el acceso, en V.

por lo que, para este caso:

$$V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este centro de transformación son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1.237,5 \text{ V} < V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 2.730 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

- Tensión de defecto:

$$V'_d = 5.775 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

- Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} \leq I_{dm} = 500 \text{ A}$$

## 8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 38 de 71

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000 V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (8.8)$$

donde:

- $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.
- $I'_d$  = intensidad de defecto, en A.
- D = distancia mínima de separación, en m.

Para este centro de transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 8/22 (según método UNESA).
- Geometría del sistema: picas alineadas.
- Número de picas: dos.
- Longitud de las picas: 2 metros.
- Profundidad de las picas: 0,80 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 ohmios.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_0 = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ ohmios}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 KV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

### **8.9. CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 39 de 71

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 40 de 71

## PLIEGO DE CONDICIONES

### 1. CALIDADES DE LOS MATERIALES.

#### 1.1. OBRA CIVIL.

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadro y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

#### 1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:**

El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- **Corte:**

El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

#### 1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.

El transformador o transformadores instalados en este centro de transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima del foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del centro de transformación, si éstos son de maniobra interior (tipo caseta).

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 41 de 71

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de estas paredes.

#### **1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.**

Al tratarse de un centro para distribución pública, no se incorpora celda de medida de energía en alta tensión, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en baja tensión, atendiendo a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

## **2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de la instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

#### **2.1. NORMAS GENERALES.**

- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).*
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, BOE 01/12/1982).*
- *Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, BOE 25/10/1984).*
- *Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE N°224 de 18/09/2002).*
- *Autorización de Instalaciones Eléctricas (Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994).*
- *Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994.*
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27 de diciembre de 2000).*
- *Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE de 18 de marzo de 2008).*
- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 2949/1982, de 15 de octubre, de Acometidas Eléctricas.*
- *NTE-IEP. Norma tecnología de 24/03/1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a tierra.*
- *Normas UNE / IEC y recomendaciones UNESA.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Revisión del Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 42 de 71

- *Ordenanzas municipales del Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.*
- *Normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).*
- *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.*
- *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*
- *Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- *Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*
- *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Cualquier normativa y Reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.*

## **2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.**

- *CEI 62271-202      UNE-EN 62271-202*  
Centros de Transformación prefabricados.
- *NBE-X*  
Normas Básicas de la Edificación.

## **2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.**

- *CEI 62271-1      UNE-EN 60694*  
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- *CEI 61000-4-X      UNE-EN 61000-4-X*  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- *CEI 62271-200      UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)*  
Aparamenta bajo envoltorio metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.
- *CEI 62271-102      UNE-EN 62271-102*  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- *CEI 62271-103      UNE-EN 60265-1*  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.
- *CEI 62271-105      UNE-EN 62271-105*  
Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

## **2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 43 de 71

- *CEI 60076-X*  
Transformadores de potencia.

## **2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).**

- *EN 50464-2-1:2007*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008)
- *UNE 21428-X-X*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 KV.
- *UNE 21428*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 KV.

## **3. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentra en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

De forma más concisa, tales pruebas, ensayos y revisiones serán:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación del cableado.
- Ensayo a frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo a onda de choque 1,2/50 milisegundos.
- Verificación del grado de protección.

## **4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro, se utilizará el banquillo, palanca de accionamiento, guantes dieléctricos, etc, y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 44 de 71

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

#### **4.1. PUESTA EN SERVICIO.**

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

- 1º. Conexión del interruptor / seccionador de entrada, si lo hubiere.
- 2º. A continuación se conectará la apartamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de alta tensión, se procederá a conectar la red de baja tensión.

#### **4.2. SEPARACIÓN DE SERVICIO.**

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

#### **4.3. MANIOBRAS DE MANTENIMIENTO.**

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuesen necesarios.

Las celdas tipo CGM, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

#### **4.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en los apartados F y G del párrafo 1.4 de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán prendas de trabajo sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 45 de 71

metal; los metros, reglas mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc, que se utilicen no serán de material conductor.

Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección individual, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese de la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### **4.5. SEGURIDAD PÚBLICA.**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales o cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc, que en uno u otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### **5. REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.**

Serán las determinadas por la reglamentación vigente en la materia, y responsabilidad del usuario / titular del centro de transformación proyectado; en este caso, Iberdrola.

### **6. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificado de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 46 de 71

## **7. LIBRO DE ÓRDENES.**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## **8. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.**

### **8.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.**

Se medirán por unidades terminadas y medidas sobre el terreno tal y como se encuentra al realizarlas, y se abonarán a los precios especificados en el cuadro de precios, que resume el coste de las operaciones y materiales necesarios para dejar terminadas estas obras. No se abonarán los excesos de obra realizados por el contratista que no figuren detallados en planos o hayan sido autorizados por la Dirección Técnica.

Los precios de excavación se entienden en cualquier tipo de terreno, pudiendo el contratista hacer uso de la maquinaria auxiliar que estime oportuna, pero en ningún caso se aceptará sobrepago por su empleo, por dificultad o dureza del terreno o por roturas en servicios existentes.

### **8.2. MATERIAL ELÉCTRICO.**

El abono de estos materiales se hará por unidades colocadas y tras recuento minucioso de todas y cada una de las piezas instaladas, comprendiendo en sus precios todas las operaciones necesarias para su montura y anclaje de acuerdo con el cuadro de precios.

### **8.3. MAQUINARIA.**

Asimismo, el abono de estas partidas se realizará por unidades colocadas y en orden de funcionamiento; como excepción, se podrán certificar partidas que no estén en orden de funcionamiento cuando se encuentren físicamente en su ubicación definitiva a falta de conexionado o de suministro de fluidos refrigerantes o de proceso, siempre que se demuestre la conveniencia de no completar el equipamiento o la imposibilidad de realizarlo; en este caso, la certificación se realizará a título de acopio, en una fracción del total que será apreciada por el Director de las Obras.

### **8.4. PARTIDAS ALZADAS.**

El abono de estas partidas alzadas será justificado por el Técnico encargado de las obras discrecionalmente, según coste de materiales u otros medios empleados.

### **8.5. MEDIOS AUXILIARES.**

Serán de cuenta del contratista todos los medios auxiliares que sea preciso emplear en las obras, de manera que ser realicen en la forma especificada, y será responsable de cuantas incidencias se produzcan por faltas en su debido empleo.

## **9. DISPOSICIONES GENERALES.**

### **9.1. PLAN DE OBRAS.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 47 de 71

El contratista antes de empezar las obras objeto del presente proyecto, deberá presentar al Técnico encargado un Plan detallado de la ejecución con indicación de los plazos parciales para la realización de las distintas unidades de obra.

## **9.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.**

Antes de la instalación de cualquier material maquinaria susceptible de ser elegido entre los dos de distinta procedencia, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras, muestras y relaciones de marcas de todos los elementos a emplear y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazado por la Dirección Técnica de la obra aún después de colocados si no cumplieren las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones.

Se realizarán análisis y pruebas que se ordenen por la Dirección de la obra en laboratorios que esta designe, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

## **9.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.**

Deberán dar comienzo antes de los 10 días naturales contados desde la realización del replanteo de las obras.

## **9.4. PLAZO DE GARANTÍA.**

Durante los doce meses siguientes a la terminación de las obras, determinadas por el Acta de Recepción, correrá de cuenta del Contratista la conservación de las mismas, así como la reparación de todos los desperfectos no atribuibles a causa de fuerza mayor que pudieran ocurrir.

## **9.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.**

La recepción definitiva y la liquidación de las obras se realizará una vez transcurrido el período de garantía, tras haber solucionado las anomalías que se hubieran encontrado, debidas a deficiencias de ejecución no observadas en la recepción provisional.

## **9.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo general y de replanteo parciales, los de inspección y vigilancia no técnica, mediciones, pruebas, recepción y liquidación.

## **9.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen con la explotación de canteras, la extracción de tierra para la ejecución de los terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos; los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte y de las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras.

## **9.8. JORNALES MÍNIMOS.**

El Contratista estará obligado a no abonar jornal inferior a los mínimos previstos en la vigente legislación laboral.

Asimismo, ingresará en los Organismos competentes las cuotas que correspondan en materia de Seguridad Social, así como las retenciones efectuadas a los trabajadores bajo el concepto de impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 48 de 71

### 9.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.

El Contratista viene obligado asegurar a sus obreros y empleados en la forma y condiciones que se establecen en la vigente legislación.

### 9.10. DISPOSICIÓN FINAL.

Cuando exista contradicción o discrepancia entre el presente documento y los restantes que componen el proyecto, prevalecerá sobre el presente lo descrito en la memoria; sobre ambos, lo descrito en los Presupuestos, y en cualquier caso, el criterio y órdenes del Director Técnico de las obras.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 50 de 71

Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

Medición	Precio €	Importe €
1	3.500,00	3.500,00

- Ud. Celda de protección del transformador compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-P, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

Medición	Precio €	Importe €
2	3.500,00	7.000,00

- Ud. Puente MT Transformador: Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al empleando 3 de 10 m de longitud. Las terminaciones para conexión a la celda CGMCOSMOS-P son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR. Las terminaciones para conexión al transformador son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

Medición	Precio €	Importe €
2	1.175,00	2.350,00

**Total importe equipos de alta tensión 20.875,00 €**

### CAPÍTULO 3: EQUIPOS DE POTENCIA

- Ud. Transformador 24 KV trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +2,5%, +5%, +7,5%, +10%.

Se incluye también una protección con termómetro.

Medición	Precio €	Importe €
2	9.450,00	18.900,00

**Total importe equipos de potencia 18.900,00 €**

### CAPÍTULO 4: EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

- Ud. Cuadro BT - B2 Transformador: Cuadro de baja tensión optimizado CBTO-C, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 51 de 71

Se incluyen montaje, conexión y fusibles

Medición	Precio €	Importe €
2	2.975,00	5.950,00

- Ud. Puentes BT - B2 Transformador: Juego de puentes de cables de BT de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

Medición	Precio €	Importe €
2	1.050,00	2.100,00

**Total importe equipos de baja tensión 8.050,00 €**

## CAPÍTULO 5: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### Instalaciones de tierras exteriores

- Ud. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexiónada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular.
- Profundidad: 0,5 m.
- Número de picas: cuatro.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Dimensiones del rectángulo: 8.0x3.0 m.

Medición	Precio €	Importe €
1	1.285,00	1.285,00

- Ud. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas.
- Profundidad: 0,8 m.
- Número de picas: dos.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Distancia entre picas: 3 metros.

Medición	Precio €	Importe €
1	630,00	630,00

### Instalaciones de tierras interiores

- Ud. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de alta tensión y demás apartamento de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 52 de 71

Medición	Precio €	Importe €
----------	----------	-----------

1	925,00	925,00
---	--------	--------

Ud. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de baja tensión, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

Medición	Precio €	Importe €
----------	----------	-----------

1	925,00	925,00
---	--------	--------

<b>Total importe sistema de puesta a tierra</b>	<b>3.765,00 €</b>
---	-------------------

## CAPÍTULO 6: VARIOS

Ud. Protección metálica para defensa del transformador.

Medición	Precio €	Importe €
----------	----------	-----------

2	233,00	466,00
---	--------	--------

Ud. Equipo de iluminación compuesto de:

- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medición	Precio €	Importe €
----------	----------	-----------

1	600,00	600,00
---	--------	--------

Ud. Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes de amianto
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

Medición	Precio €	Importe €
----------	----------	-----------

1	700,00	700,00
---	--------	--------

PA Pequeño material de señalización y seguridad del centro de transformación, incluso candados de seguridad, colocado.

Medición	Precio €	Importe €
----------	----------	-----------

1	150,00	150,00
---	--------	--------

<b>Total importe varios</b>	<b>1.916,00 €</b>
-----------------------------	-------------------



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 53 de 71

## 2. TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.

PRESUPUESTO TOTAL	
CONCEPTO	IMPORTE PARCIAL (€)
1. OBRA CIVIL	13.750,00
2. EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN	20.875,00
3. EQUIPOS DE POTENCIA	18.900,00
4. EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN	8.050,00
5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	3.765,00
6. VARIOS	1.916,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>67.256,00 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la referida cantidad de SESENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS (67.256,00 €).

## 3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	67.256,00 €
Gatos Generales (6%):	4.035,36 €
Beneficio Industrial (14%):	9.415,84 €
TOTAL PRESUPUESTO	80.707,20 €
I.V.A. (21%):	16.948,51 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>97.655,71 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución por Contrata a la referida cantidad de NOVENTA Y SIETE MIL SEICIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS (97.655,71 €).

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

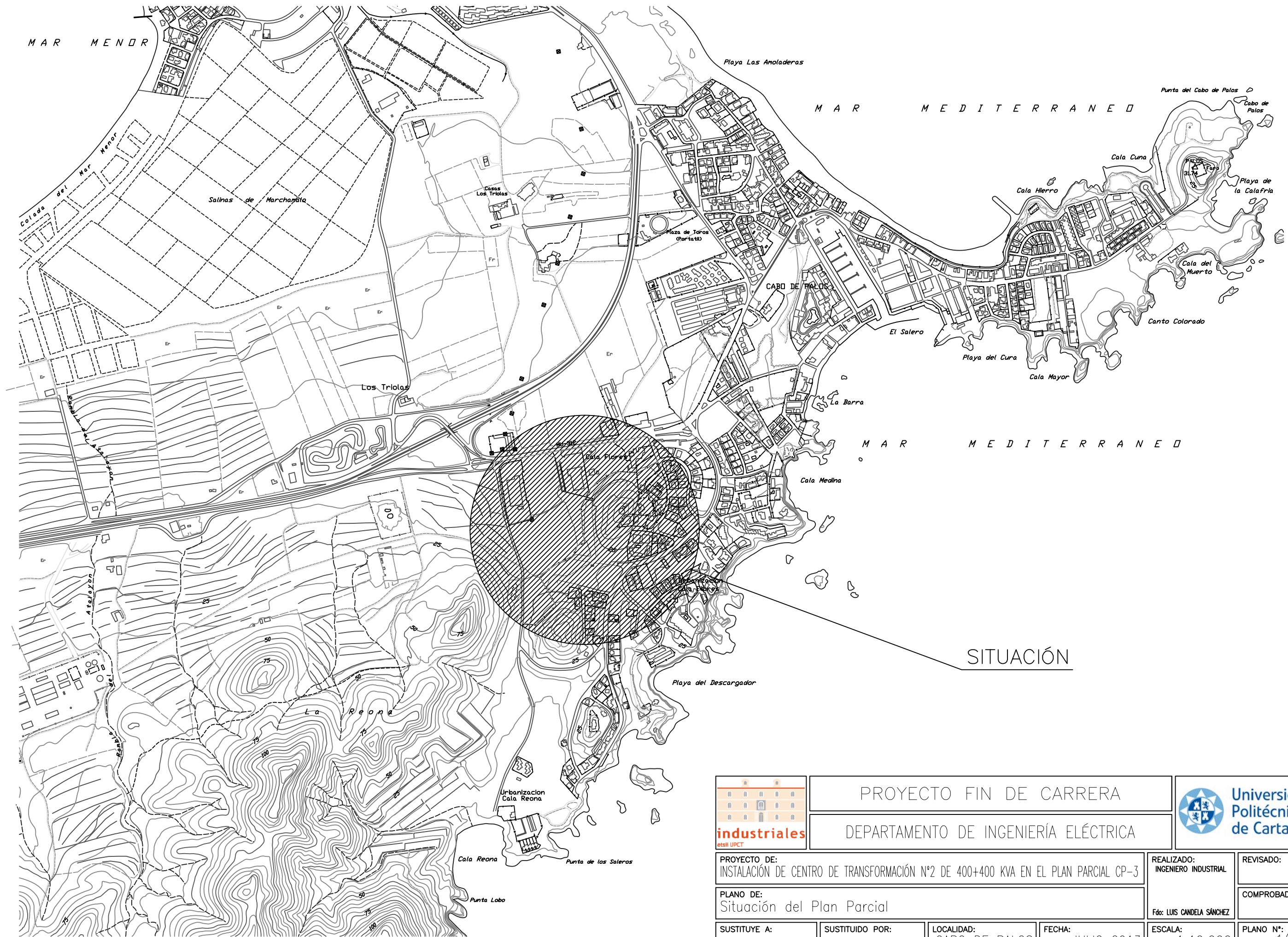
Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 54 de 71

## PLANOS

### LISTADO DE PLANOS.

1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.
3. UBICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3.
4. PASO DE CONDUCTORES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2.
5. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2.
6. DETALLE DE LAS REDES DE TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2.
7. DETALLES DE CONEXIÓN DE CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN Y PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2.
8. DIMENSIONES EXTERIORES E INTERIORES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2.
9. DETALLE DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2.
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.



SITUACIÓN



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Situación del Plan Parcial

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS



FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:10.000

PLANO N°:  
1(R0)

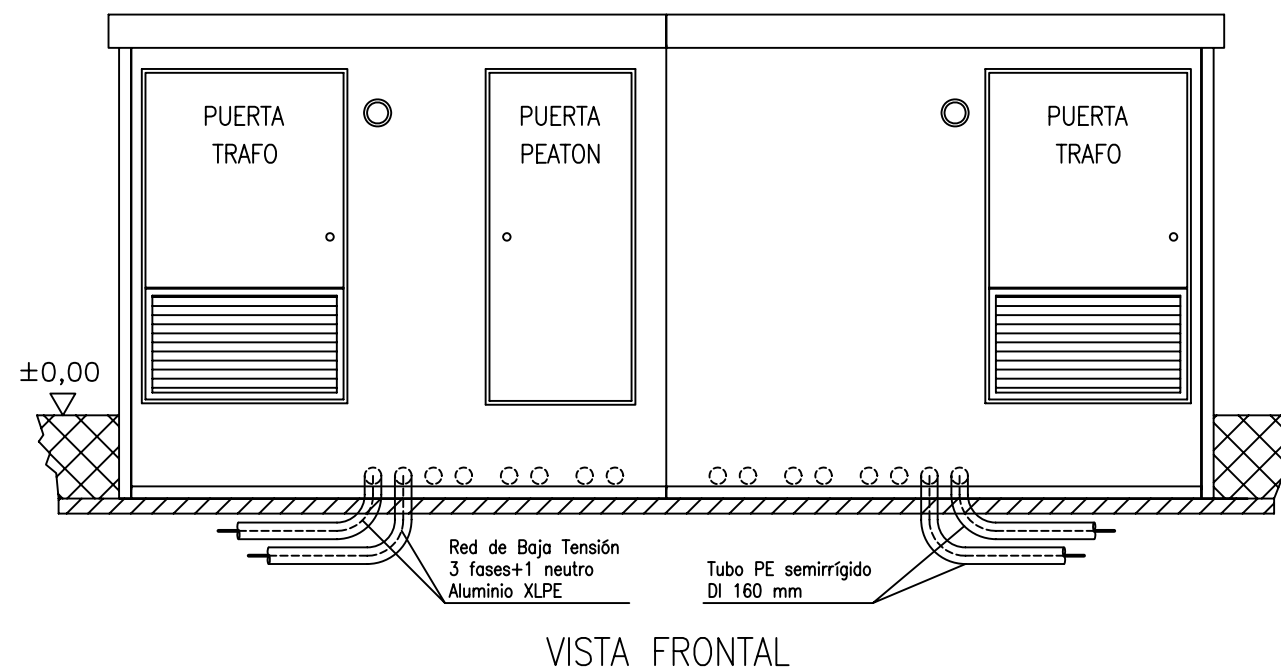
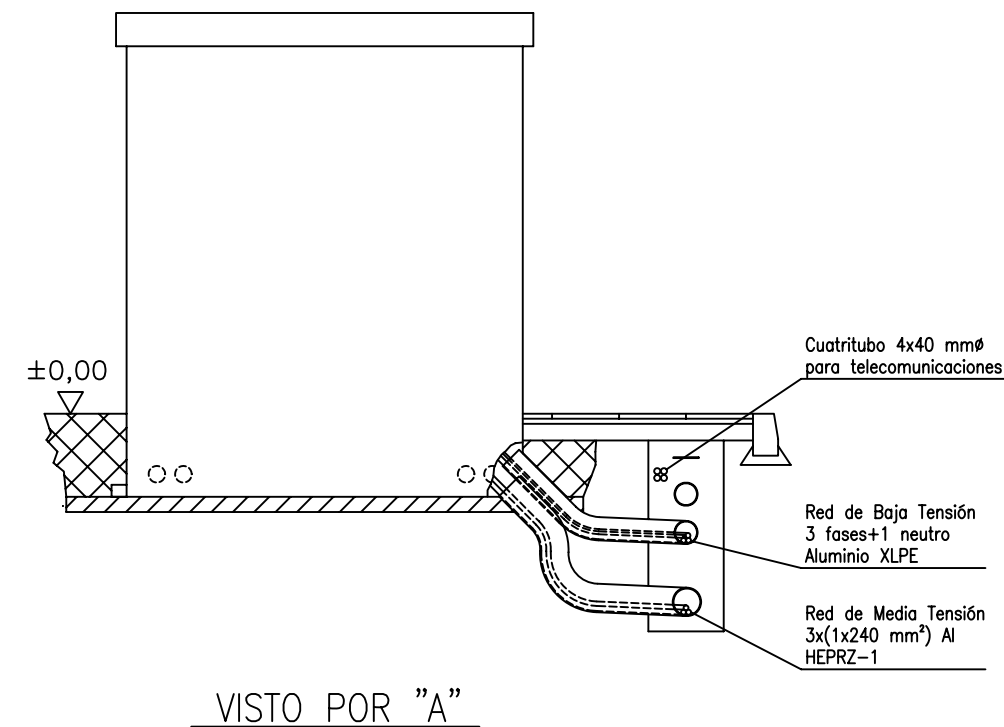
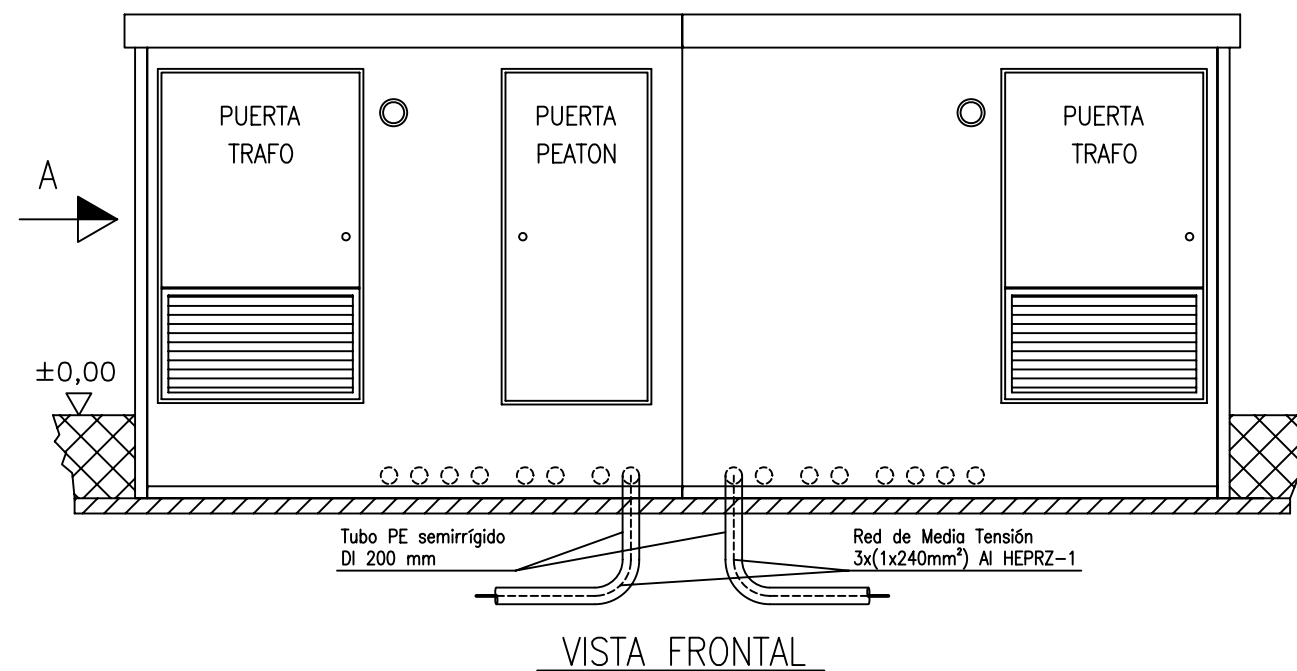




	PROYECTO FIN DE CARRERA			Universidad Politécnica de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:	
PLANO DE: Emplazamiento del Plan Parcial CP-3				COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:2.500	PLANO N°: 2(R0)







PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Paso de conductores de media y baja tensión al centro de transformación n°2

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

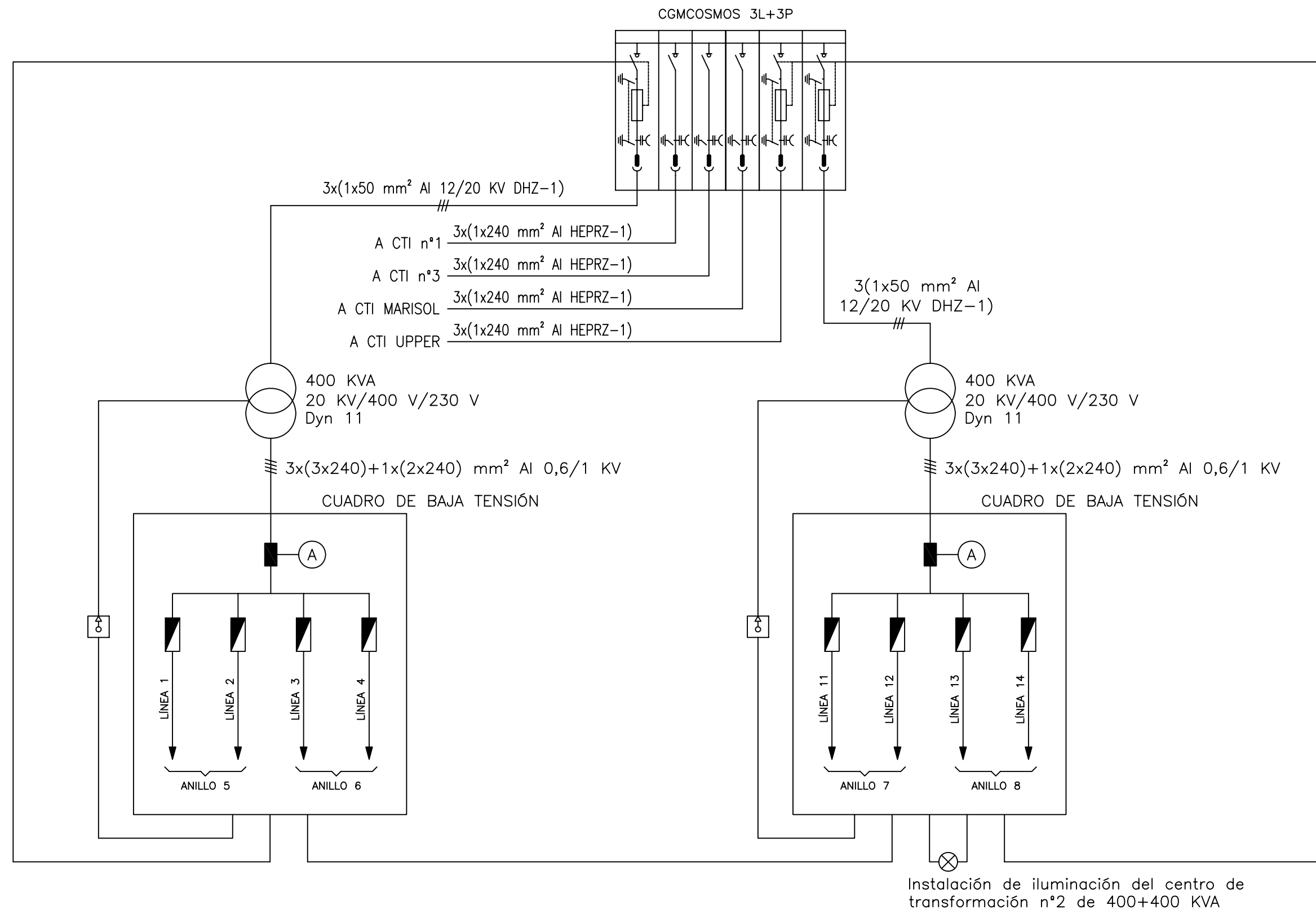
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:50

PLANO N°:  
4(R0)





PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Esquema unifilar del centro de transformación n°2

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

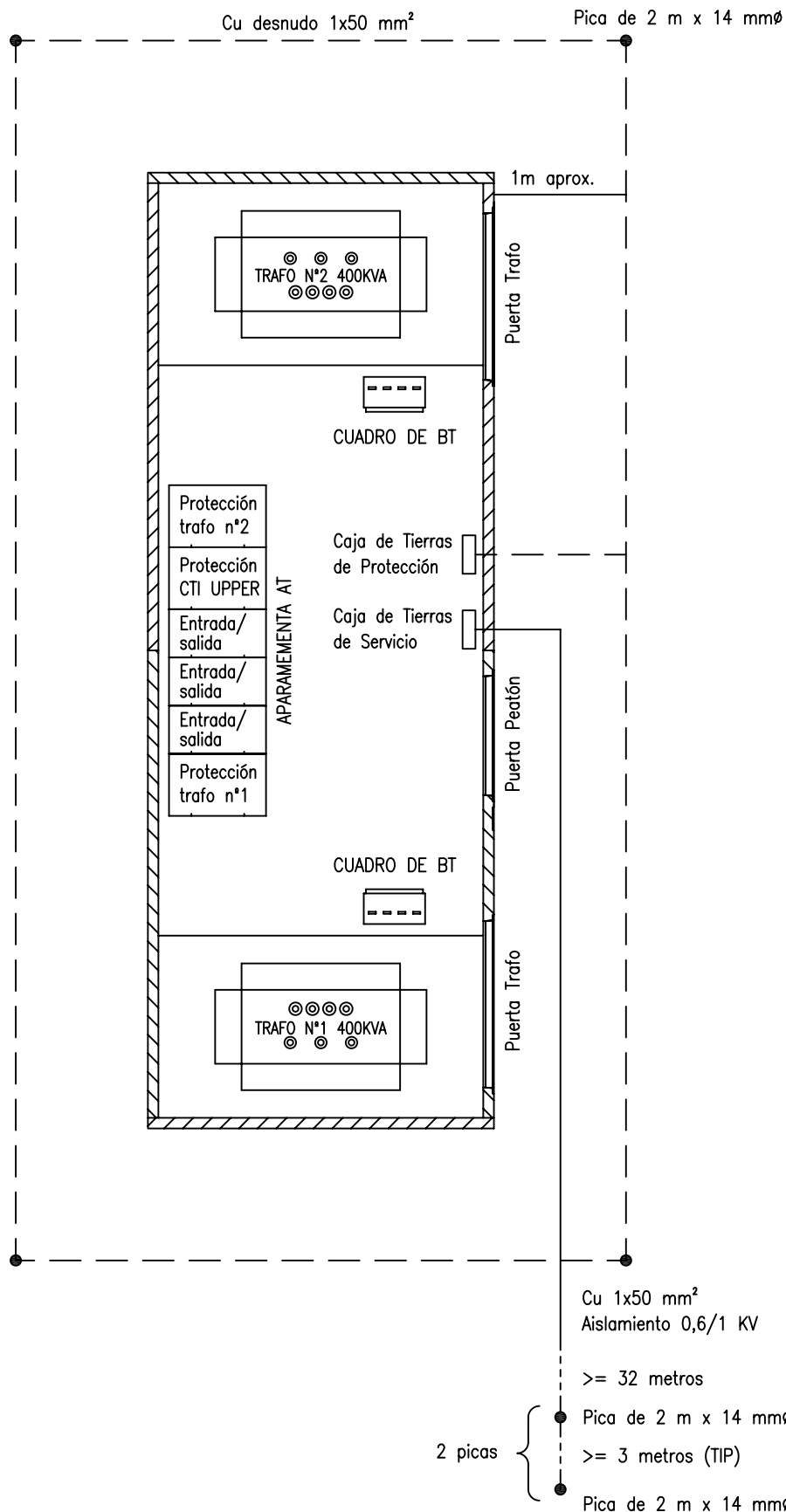
SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
5(R0)



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de las redes de tierra de protección y de servicio del centro de transformación n°2

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

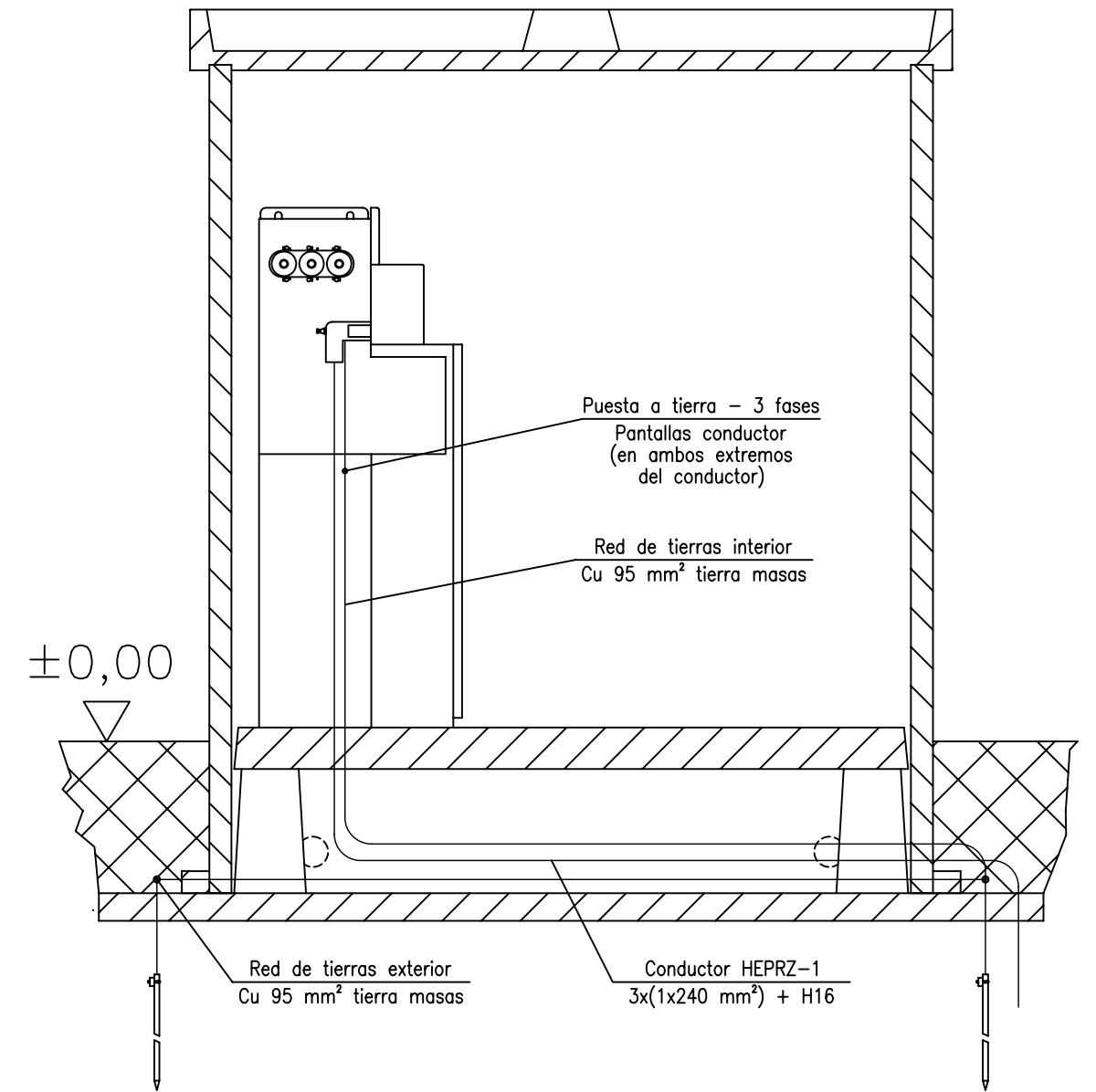
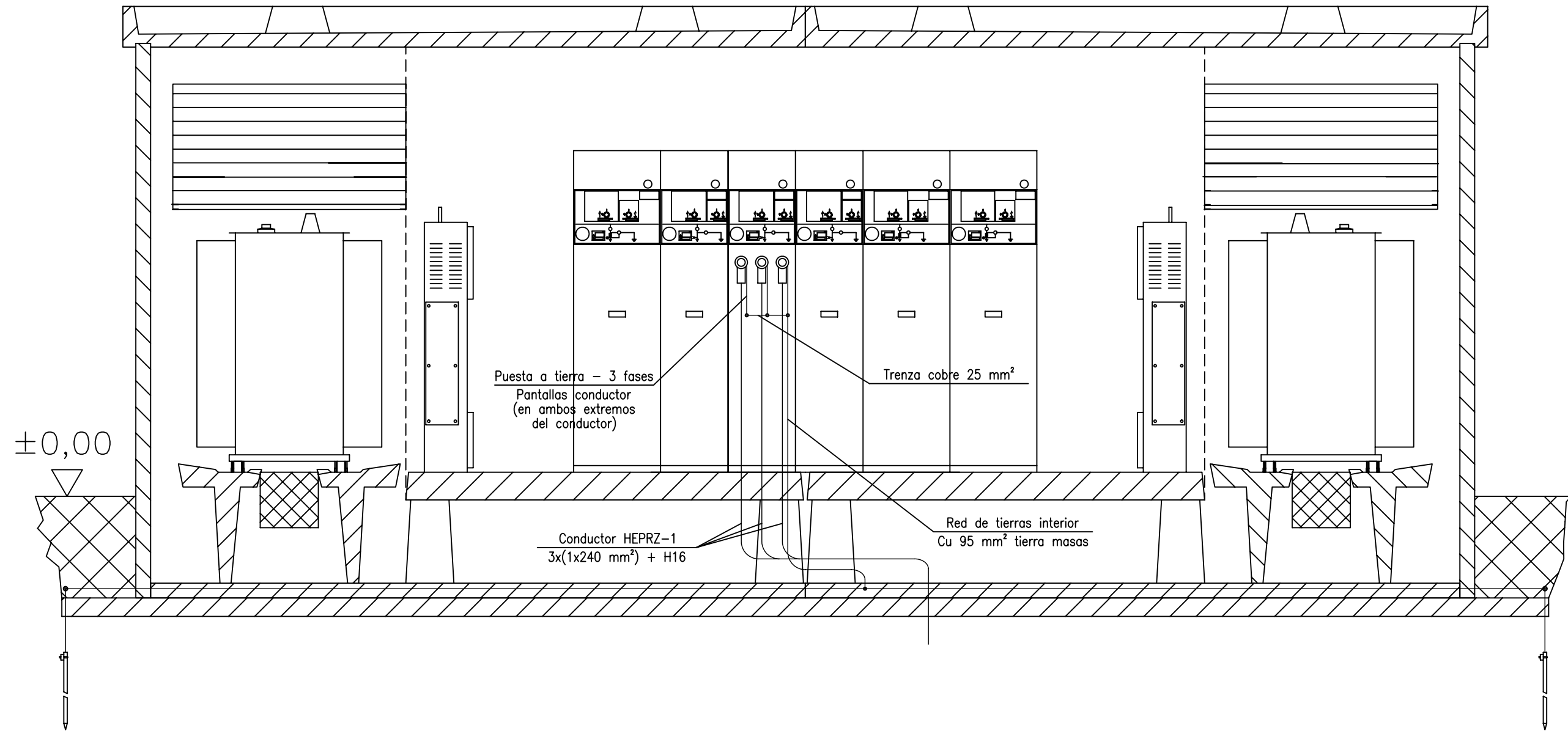
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

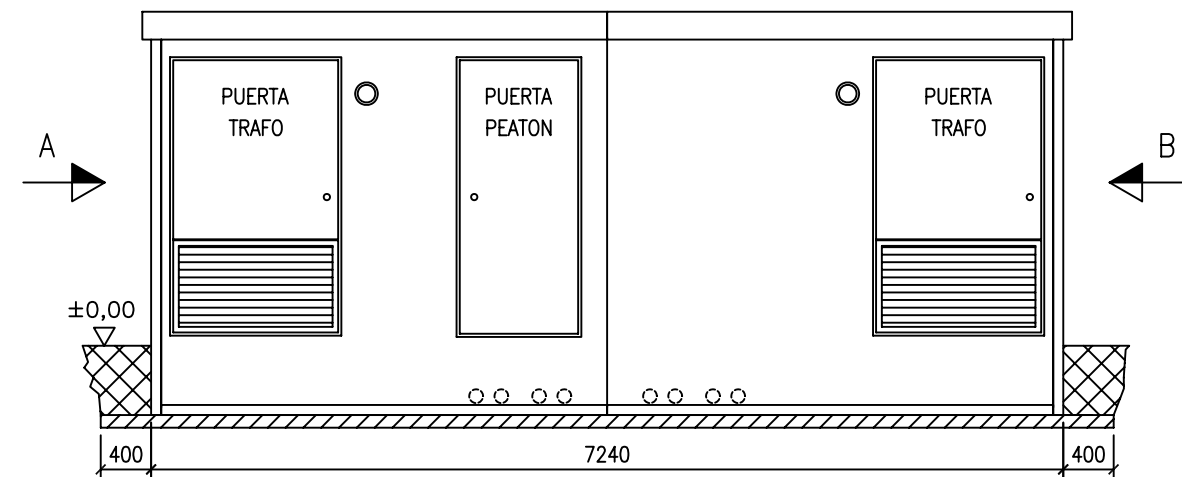
ESCALA:  
1:50

PLANO N°:  
6(R0)

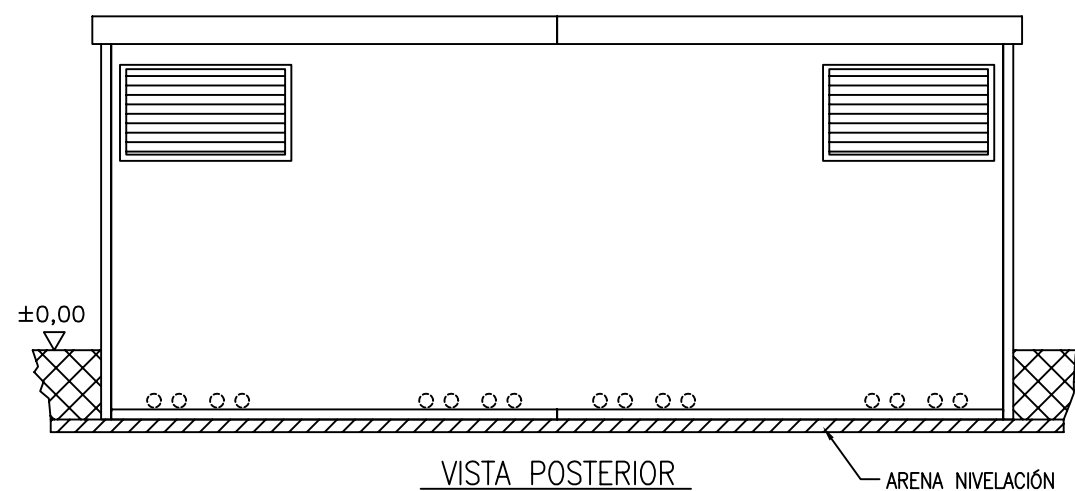




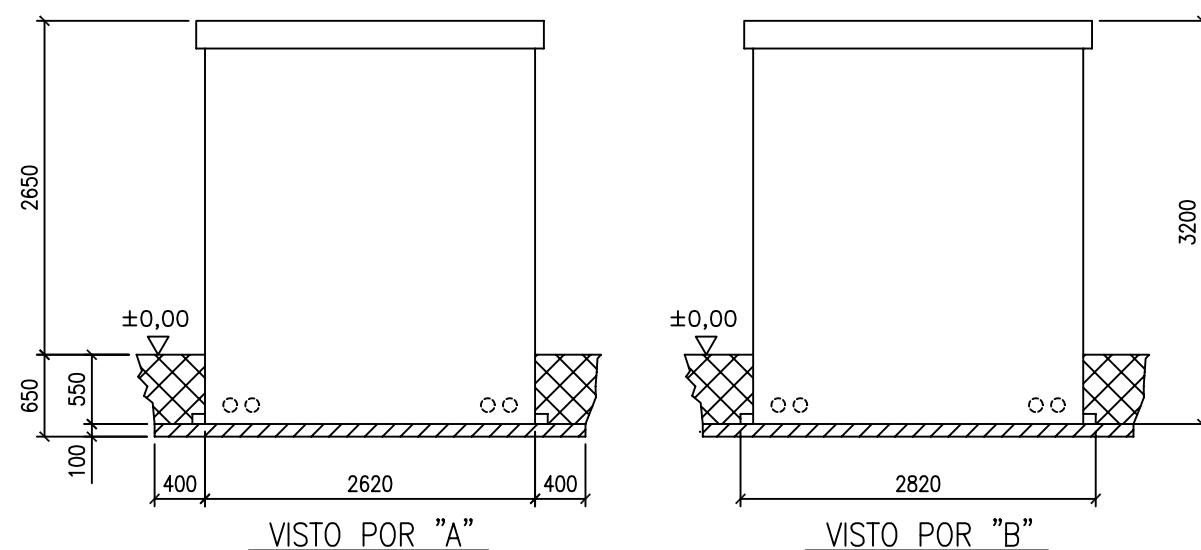
	PROYECTO FIN DE CARRERA				
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
	PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3		REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL	REVISADO:	
	PLANO DE: Detalles de conexión de conductor de media tensión y puesta a tierra del centro de transformación n°2		Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:25	PLANO N°: 7(R0)



VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR

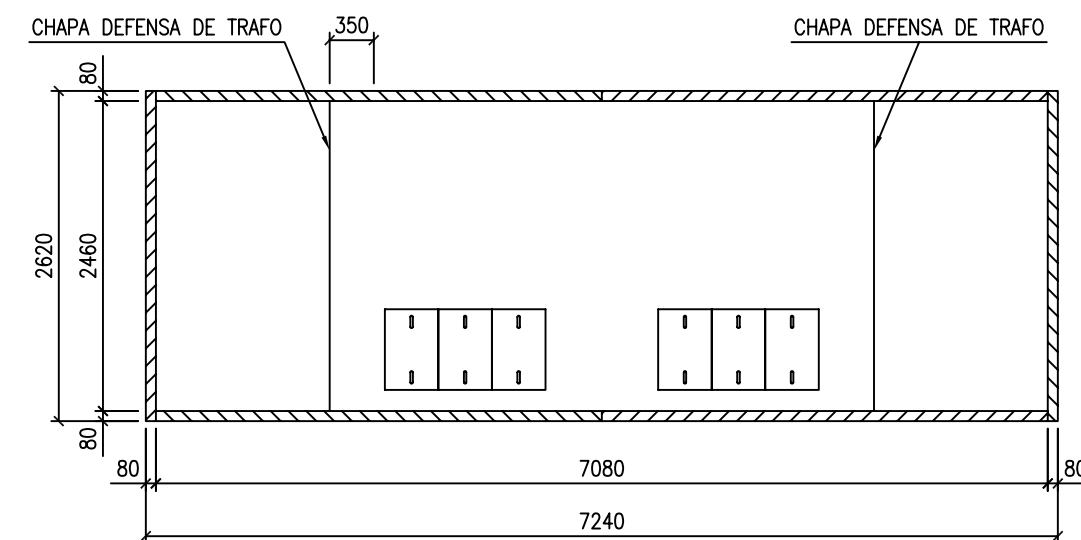
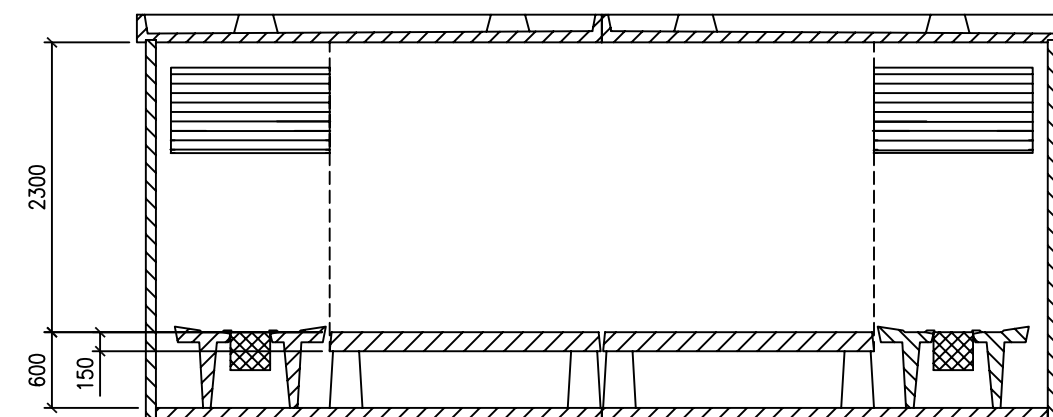


VISTO POR "A"

VISTO POR "B"

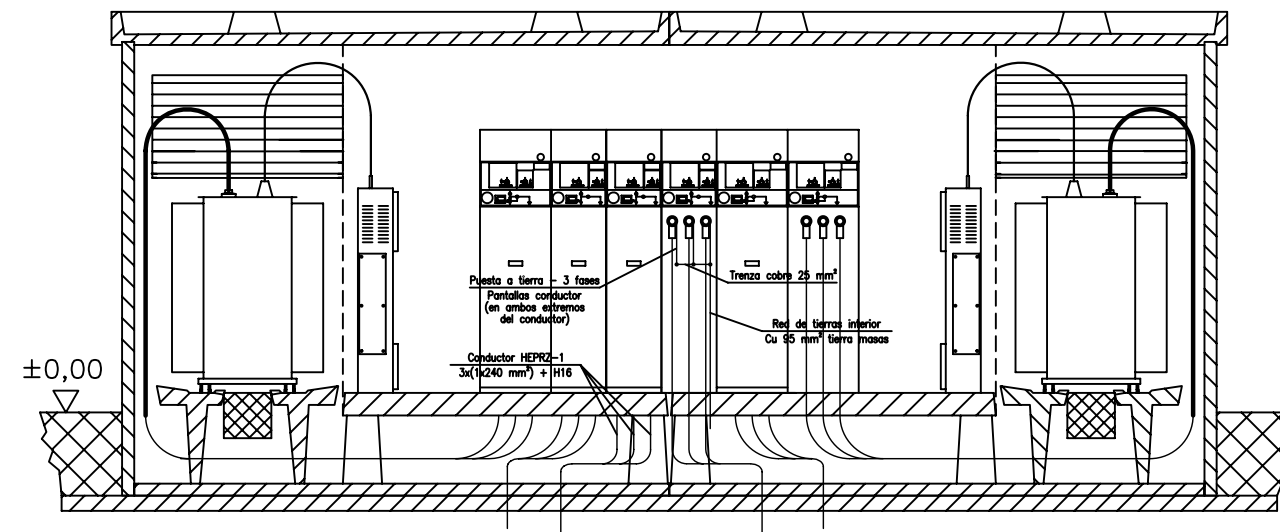
DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
8,04 m. LARGO x 3,42 m. ANCHO x 0,65 m. PROFUND.

DIMENSIONES EXTERIORES

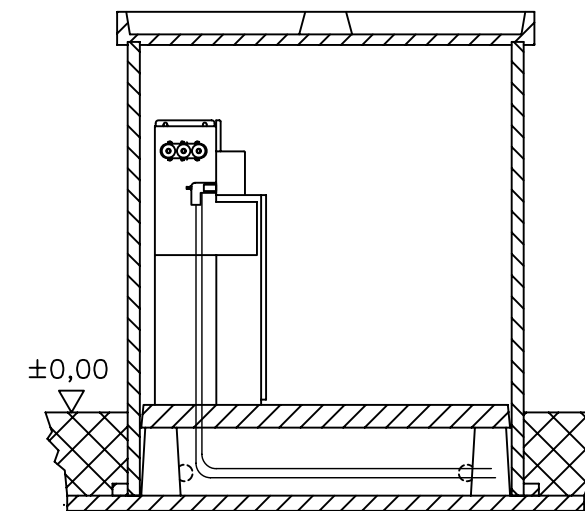


DIMENSIONES INTERIORES

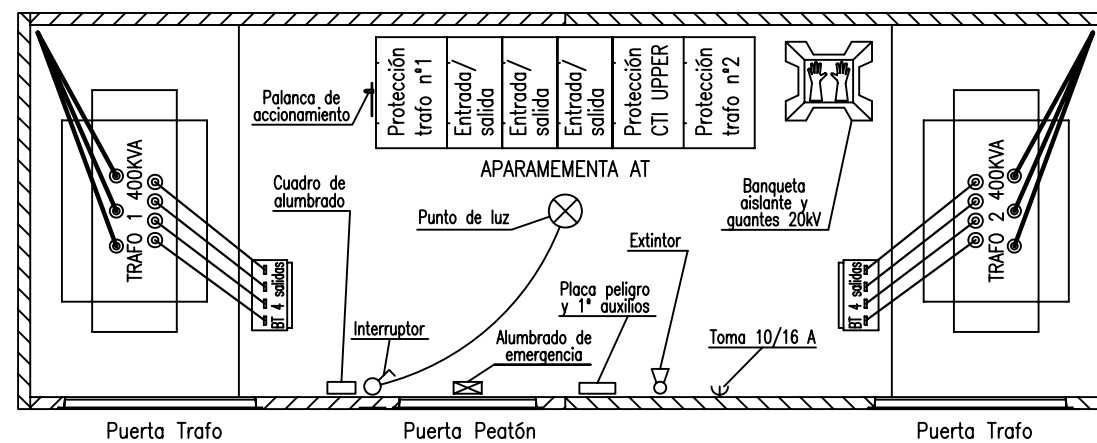
 <b>industriales</b> <small>etstii UPCT</small>	PROYECTO FIN DE CARRERA			 <b>Universidad Politécnica de Cartagena</b>	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3				REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:
PLANO DE: Dimensiones exteriores e interiores del centro de transformación n°2					COMPROBADO:
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:60	PLANO N°: 8(R0)



ALZADO



PERFIL



PLANTA



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de las instalaciones auxiliares del centro de transformación n°2

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

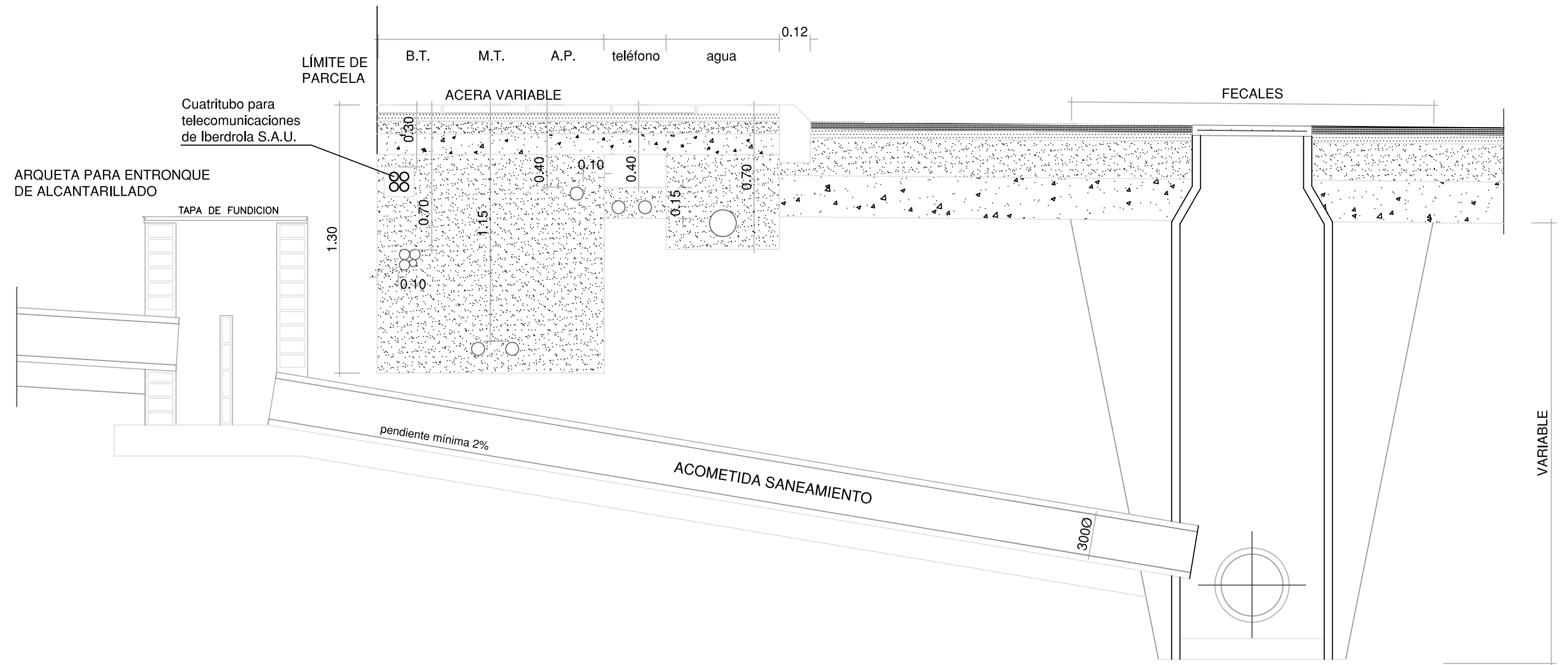
SUSTITUIDO POR:



LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:50

PLANO N°:  
9(R0)



	PROYECTO FIN DE CARRERA			<b>Universidad</b> <b>Politécnica</b> <b>de Cartagena</b>	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:	
PLANO DE: Coordinación de servicios				COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: S/E	PLANO N°: 10(R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 65 de 71

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1. OBJETO.**

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

### **2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.**

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto.

#### **2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

#### **2.3. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

#### **2.4. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

#### **2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección Facultativa, que será quien resuelva en las



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 66 de 71

mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

### **3. MEMORIA.**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

#### **3.1. OBRA CIVIL. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.**

##### **3.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.**

###### **3.1.1.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

###### **3.1.1.2. Medidas de preventivas.**

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

##### **3.1.2. ESTRUCTURA.**

###### **3.1.2.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 67 de 71

- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocutaciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

### **3.1.2.2. Medidas preventivas.**

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.1.3. CERRAMIENTOS.**

#### **3.1.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

#### **3.1.3.2. Medidas de prevención.**

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.1.4. ALBAÑILERÍA.**

#### **3.1.4.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	
Pág. 68 de 71	

#### **3.1.4.2. Medidas de prevención.**

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **3.2. MONTAJE. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN.**

#### **3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.**

##### **3.2.1.1. Riesgos más frecuentes.**

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

##### **3.2.1.2. Medidas de prevención.**

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### **3.2.2. MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**

##### **3.2.2.1. Riesgos más frecuentes**

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

##### **3.2.2.2. Medidas de prevención.**

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el Real Decreto 485/1997 de señalización.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 69 de 71

- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

### **3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.**

#### **3.2.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Contacto eléctrico en alta y baja tensión.
- Arco eléctrico en alta y baja tensión.
- Elementos candentes.

#### **3.2.3.2. Medidas de prevención.**

- Coordinar con la compañía suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

## **4. ASPECTOS GENERALES.**

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

### **4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

## **5. NORMATIVA APLICABLE.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 70 de 71

### 5.1. **NORMAS OFICIALES**

- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- RD 39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Título II, Capítulo VI.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE UNA URBANIZACIÓN Y UNA ZONA INDUSTRIAL	Revisión 0
	11/07/2012
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 71 de 71

## **RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

### **RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

#### **Titular.**

**AL INICIO:** El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

**AL FINAL:** El titular de la instalación al final será IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., con NIF nº A-95.075.578 y domicilio social en calle Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

#### **Emplazamiento.**

El Centro de Transformación nº2, de 400+400 KVA, se halla ubicado en la parcela ST-2 reservada al efecto en la Unidad de Actuación Nº1 del Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el P.G.M.O.

#### **Localidad.**

El centro de transformación se halla ubicado en la localidad de Cabo de Palos, en Cartagena.

#### **Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en KVA.**

Potencia del transformador 1:	400 KVA
Potencia del transformador 2:	400 KVA
Potencia total:	800 KVA

#### **Tipo de transformador.**

Refrigeración del transformador 1:	aceite
Refrigeración del transformador 2:	aceite

#### **Volumen total en litros de dieléctrico.**

Volumen de dieléctrico transformador 1:	290 litros
Volumen de dieléctrico transformador 2:	290 litros
Volumen total de dieléctrico:	580 litros

#### **Presupuesto total.**

Presupuesto de ejecución material:	67.256,00 €
------------------------------------	-------------



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

### **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

#### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### **PROYECTO FIN DE CARRERA**



### **INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3**

Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Alumno: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. i de viii

## ÍNDICE

### **DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

	Pág.
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
1. OBJETO DEL PROYECTO.	1
2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.	1
2.1. NORMAS GENERALES.	1
2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.	2
2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.	2
2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.	3
2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).	3
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.	3
4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	3
4.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.	3
4.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.	3
5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	4
6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.	4
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	6
7.1. LOCAL.	6
7.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.	6
7.1.1.1. Edificio de Transformación: PF-2030.	6
7.1.1.1.1. Descripción.	6
7.1.2. CIMENTACIÓN.	7
7.1.3. SOLERA Y PAVIMENTO: PLACA PISO.	7
7.1.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES: ENVOLVENTE.	7
7.1.5. TABIQUERÍA INTERIOR.	7
7.1.6. CUBIERTAS.	7
7.1.7. FORJADOS Y CUBIERTAS.	7
7.1.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS.	8

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. ii de viii

	Pág.
7.1.8.1. Acabado.	8
7.1.9. VARIOS.	8
7.1.9.1. Accesos.	8
7.1.9.2. Ventilación.	8
7.1.9.3. Alumbrado.	8
7.1.9.4. Varios.	8
7.1.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO.	8
7.1.10.1. Características detalladas.	8
7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	9
7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.	9
7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	9
7.2.2.1. Celda de entrada.	11
7.2.2.2. Celda de salida.	12
7.2.2.3. Celda de protección.	12
7.2.2.4. Celda de medida.	13
7.2.2.5. Celda del transformador.	14
7.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN.	14
7.2.3.1. Embarrado general. Interconexiones de MT.	14
7.2.3.2. Piezas de conexión.	14
7.2.3.3. Aisladores de apoyo.	15
7.2.3.4. Aisladores de paso.	15
7.2.3.5. Defensa de transformadores.	15
7.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	15
7.4. PUESTA A TIERRA.	15
7.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN	15
7.4.2. TIERRA DE SERVICIO.	15
7.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO	15
7.5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN	15
7.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE BAJA TENSIÓN.	17
7.5.2.1. Interconexiones de BT.	17
7.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.	17
7.6.1. ALUMBRADO.	17
7.6.1.1. Equipo de iluminación general.	17
7.6.1.2. Equipo de iluminación de emergencia.	18
7.6.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES (EN SU CASO).	18

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iii de viii

	Pág.
7.6.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS	18
7.6.4. VENTILACIÓN.	18
7.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD.	18
7.6.6. ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.	18
7.7. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.	19
8. <i>PRESUPUESTO GENERAL.</i>	19
9. <i>CONCLUSIÓN.</i>	19

## **ANEXO N°1: INICIO DE LAS OBRAS** **20**

## **ANEXO N°2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS** **21**

### **DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

	Pág.
1. <i>INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.</i>	25
2. <i>INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.</i>	25
3. <i>CORTOCIRCUITOS.</i>	26
3.1. OBSERVACIONES.	26
3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.	26
3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	26
3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	26
4. <i>CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL EMBARRADO Y CUADRO DE BT.</i>	27
4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.	27
4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.	27
4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.	27
5. <i>SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y DE LOS FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.</i>	27
5.1. TRANSFORMADOR 1.	27
5.2. TRANSFORMADOR 2.	28
5.3. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.	29



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. iv de viii	

	Pág.
6. <i>DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.</i>	29
7. <i>DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.</i>	30
8. <i>CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.</i>	30
8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	30
8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	30
8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.	31
8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	31
8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	33
8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	33
8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.	34
8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.	35
8.9. CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.	36

### **DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES**

	Pág.
1. <i>CALIDADES DE LOS MATERIALES.</i>	37
1.1. OBRA CIVIL.	37
1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	37
1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.	37
1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.	38
2. <i>NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.</i>	38
2.1. NORMAS GENERALES.	38
2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.	39
2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.	39
2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.	39
2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).	40





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. v de viii

	Pág.
3. <i>REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.</i>	40
4. <i>CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.</i>	40
4.1. PUESTA EN SERVICIO.	41
4.2. SEPARACIÓN DE SERVICIO.	41
4.3. MANIOBRAS DE MANTENIMIENTO.	41
4.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	41
4.5. SEGURIDAD PÚBLICA.	42
5. <i>REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.</i>	42
6. <i>CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.</i>	42
7. <i>LIBRO DE ÓRDENES.</i>	43
8. <i>MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.</i>	43
8.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.	43
8.2. MATERIAL ELÉCTRICO.	43
8.3. MAQUINARIA.	43
8.4. PARTIDAS ALZADAS.	43
8.5. MEDIOS AUXILIARES.	43
9. <i>DISPOSICIONES GENERALES.</i>	43
9.1. PLAN DE OBRAS.	43
9.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.	44
9.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.	44
9.4. PLAZO DE GARANTÍA.	44
9.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.	44
9.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.	44
9.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.	44
9.8. JORNALES MÍNIMOS.	44
9.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.	45
9.10. DISPOSICIÓN FINAL.	45

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. vi de viii

### **DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO**

	Pág.
1. <i>PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.</i>	46
2. <i>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.</i>	50
3. <i>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.</i>	50

### **DOCUMENTO N°5: PLANOS**

	Pág.
<b>LISTADO DE PLANOS</b>	<b>51</b>
1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.	1 (R0)
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.	2 (R0)
3. UBICACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO EN EL PLAN PARCIAL CP-3.	3 (R0)
4. PASO DE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN AL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	4 (R0)
5. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	5 (R0)
6. DETALLE DE LA RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	6 (R0)
7. DETALLES DE CONEXIÓN DE CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN Y PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	7 (R0)
8. DIMENSIONES EXTERIORES E INTERIORES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	8 (R0)
9. DETALLE DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	9 (R0)
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.	10 (R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. vii de viii

## **DOCUMENTO N°6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

	Pág.
1. OBJETO.	62
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.	62
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.	62
2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	62
2.3. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.	62
2.4. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.	62
2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.	62
3. MEMORIA.	63
3.1. OBRA CIVIL. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.	63
3.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.	63
3.1.1.1. Riesgos más frecuentes.	63
3.1.1.2. Medidas de prevención.	63
3.1.2. ESTRUCTURA.	63
3.1.2.1. Riesgos más frecuentes.	63
3.1.2.2. Medidas de prevención.	64
3.1.3. CERRAMIENTOS.	64
3.1.3.1. Riesgos más frecuentes.	64
3.1.3.2. Medidas de prevención.	64
3.1.4. ALBAÑILERÍA.	64
3.1.4.1. Riesgos más frecuentes.	64
3.1.4.2. Medidas de prevención.	65
3.2. MONTAJE. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN.	65
3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.	65
3.2.1.1. Riesgos más frecuentes.	65
3.2.1.2. Medidas de prevención.	65
3.2.2. MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE BAJA TENSIÓN.	65
3.2.2.1. Riesgos más frecuentes.	65
3.2.2.2. Medidas de prevención.	65
3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.	66
3.2.3.1. Riesgos más frecuentes.	66

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. viii de viii

	Pág.
3.2.3.2. Medidas de prevención.	66
4. <i>ASPECTOS GENERALES.</i>	66
4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.	66
5. <i>NORMATIVA APLICABLE.</i>	66
5.1. NORMAS OFICIALES	67

## **DOCUMENTO N°7: RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

	Pág.
<b>RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS</b>	<b>68</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 1 de 68

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. OBJETO DEL PROYECTO.

Por orden del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena se ordena la redacción del presente proyecto, con el fin de definir las características y obras necesarias para dotar el Plan Parcial CP-3 de Cabo de Palos, según se establece en el Plan General Municipal de Ordenación del Ayuntamiento de Cartagena (PGMO), de los Centros de Transformación necesarios para el suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a parcelas industriales y alumbrado viario y espacios libres correspondientes.

Así mismo, se pretende obtener de los Organismos competentes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia la aprobación del mismo y las correspondientes licencias administrativas y autorizaciones para la puesta en marcha de la instalación que se relaciona.

El objeto del presente proyecto es describir las instalaciones, definir las condiciones técnicas y legales que han de cumplirse así como las de seguridad tanto de las instalaciones como del personal que las ejecutará, definiendo las instalaciones de alta y de baja tensión.

En la redacción del mismo se han tenido en cuenta las disposiciones de aplicación en este tipo de instalaciones eléctricas, basándonos en el vigente Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre).

El uso de la energía eléctrica que suministrará el Centro de Transformación objeto del presente proyecto se justificará en el punto 6 de la Memoria.

### 2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

#### 2.1. NORMAS GENERALES.

- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09* (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación* (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, BOE 01/12/1982).
- *Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación* (Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, BOE 25/10/1984).
- *Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias*. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias* (BOE Nº224 de 18/09/2002).
- *Autorización de Instalaciones Eléctricas* (Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994).
- *Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores*. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 2 de 68

- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27 de diciembre de 2000).*
- *Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE de 18 de marzo de 2008).*
- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 2949/1982, de 15 de octubre, de Acometidas Eléctricas.*
- *NTE-IEP. Norma tecnología de 24/03/1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a tierra.*
- *Normas UNE / IEC y recomendaciones UNESA.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Revisión del Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Ordenanzas municipales del Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*
- *Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.*
- *Normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.*
- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).*
- *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.*
- *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*
- *Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- *Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*
- *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Cualquier normativa y Reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.*

## 2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.

- *CEI 62271-202      UNE-EN 62271-202*  
Centros de Transformación prefabricados.
- *NBE-X*  
Normas Básicas de la Edificación.

## 2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.

- *CEI 62271-1      UNE-EN 60694*  
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- *CEI 61000-4-X      UNE-EN 61000-4-X*  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- *CEI 62271-200      UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)*



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 3 de 68

Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.

- *CEI 62271-102*      *UNE-EN 62271-102*  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- *CEI 62271-103*      *UNE-EN 60265-1*  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.
- *CEI 62271-105*      *UNE-EN 62271-105*  
Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

#### 2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.

- *CEI 60076-X*  
Transformadores de potencia.

#### 2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).

- *EN 50464-2-1:2007*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008)
- *UNE 21428-X-X*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 KV.
- *UNE 21428*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 KV.

### 3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

En el correspondiente plano de situación se refleja la situación de las obras objeto del proyecto de Centro de Transformación nº3, de 630+400 KVA, ubicado en la parcela ST-3 de la Unidad de Actuación Nº1 del Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el P.G.M.O.

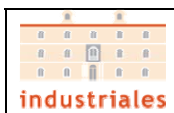

### 4. TITULAR INICIAL Y FINAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

#### 4.1. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL INICIO.

El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

#### 4.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN AL FINAL.

El titular final para la instalación de centro de transformación nº3 de 630+400 KVA será la compañía suministradora de energía eléctrica IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

	<p><b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b></p> <p><b>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b></p>	
---	--	---



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 4 de 68

S.A.U., con NIF nº A-95.075.578 y domicilio social en C/ Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

## 5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto, tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola S.A.U. a la tensión trifásica de 20 KV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en el proyecto son:

CGMCOSMOS: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

## 6. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.

La energía eléctrica suministrada por el centro de transformación proyectado a una tensión trifásica de 400 V será empleada en las necesidades de potencia eléctrica que se desglosan a continuación.

Los criterios de cálculo para la justificación de la potencia máxima a transportar han sido los siguientes:

### Manzana 1:

- Parcela Supermercado (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/1A (cs=1)		189,58 Kw.
- Parcela At1/1B (cs=1)		114,49 Kw.
- Parcela At1/1C (cs=1)		99,29 Kw.
- Parcela At2/1 (cs=1)		105,16 Kw.
- Alumbrado público (cs=1)		9,21 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>517,73 KW</b>

### Manzana 2:

- Parcela At1/2A (cs=1)	Autoabastecida.	0,00 Kw.
- Parcela At1/2B (cs=1)		265,07 Kw.
- Parcela At1/2C (cs=1)		257,95 Kw.
- Parcela At1/2D (cs=1)		112,52 Kw.
- Parcela At1/2E (cs=1)		849,75 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>1.485,29 KW</b>

### Manzana 3:

- Parcela At1/3A (cs=1)		352,88 Kw.
- Parcela EG/3C (cs=1)		287,25 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>640,13 KW</b>

### Manzana Gasolinera:

- Parcela At2/2 (cs=1)		85,54 Kw.
- Parcela At2/3 (cs=1)		129,01 Kw.
- Parcela At2/4 (cs=1)		81,11 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>		<b>295,66 KW</b>

**TOTAL POTENCIA INSTALADA: 2.938,81 KW**



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 5 de 68

En las manzanas AP/2, JAR/3B, AP/5 y AP/6, por tratarse de espacios libres, no está prevista la instalación de acometidas eléctricas de baja tensión.

Las actuales necesidades de potencia hacen un total de **2.938,81 KW**.

Las parcelas que se van a alimentar mediante el centro de transformación n°3 son las siguientes:

**Manzana 2:**

- Parcela At1/2E (cs=1) . . . . . 429,66 Kw.

**Manzana 2:**

- Parcela At1/3A (cs=1) . . . . . 352,88 Kw.

- Parcela EG/3C (cs=1) . . . . . 287,25 Kw.

**SUBTOTAL: 1.069,79 KW**

Teniendo en cuenta que desde cada transformador proyectado han de partir como máximo dos anillos y que las necesidades de potencia en baja tensión para las parcelas alimentadas a través del centro de transformación n°3 suponen un total de 1.069,79 KW, se va a definir la potencia de los transformadores en cada posición del centro de transformación.

**POSICIÓN N°1 DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

**ANILLO 9:**

A través del anillo 9 se dará suministro a la siguiente parcela:

- Parcela At1/2E (cs=1) . . . . . 286,44 Kw.

**SUBTOTAL: 286,44 KW**

**ANILLO 10:**

A través del anillo 10 se dará suministro a la siguiente parcela:

- Parcela EG/3C (cs=1) . . . . . 287,25 Kw.

**SUBTOTAL: 287,25 KW**

La potencia total en baja tensión suministrada mediante el transformador T1 será de 573,69 KW.

Para definir la potencia necesaria para el transformador, se debe tener en cuenta que en el caso de instalaciones industriales se debe aplicar un coeficiente de simultaneidad de 0,64, con un factor de potencia para este tipo de instalaciones de 0,9.

Así, la potencia necesaria del transformador será:

$$PTrafo1 = \frac{573,69 \cdot 0,64}{0,9} = 407,97 \text{ KVA}$$

Lo que significa que para abastecer de energía las parcelas alimentadas mediante los anillos 9 y 10 habrá que utilizar un transformador de 630 KVA, normalizado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

**POSICIÓN N°2 DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

**ANILLO 11:**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 6 de 68

A través del anillo 11 se dará suministro a la siguiente parcela:

- Parcela At1/3A (cs=1)	235,26 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>235,26 KW</b>

#### ANILLO 12:

A través del anillo 12 se dará suministro a las siguientes parcelas:

- Parcela At1/2E (cs=1)	143,22 Kw.
- Parcela At1/3A (cs=1)	117,63 Kw.
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>260,85 KW</b>

La potencia total en baja tensión suministrada mediante el transformador T2 será de 496,11 KW.

Para definir la potencia necesaria para el transformador, se debe tener en cuenta que en el caso de instalaciones industriales se debe aplicar un coeficiente de simultaneidad de 0,64, con un factor de potencia para este tipo de instalaciones de 0,9.

Así, la potencia necesaria del transformador será:

$$PTrafo2 = \frac{496,11 \cdot 0,64}{0,9} = 352,79 \text{ KVA}$$

Lo que significa que para abastecer de energía las parcelas alimentadas mediante los anillos 11 y 12 habrá que utilizar un transformador de 400 KVA, normalizado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

El **centro de transformación n°3** contendrá dos máquinas, una de 630 KVA y otra de 400 KVA, por lo que para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de 1.030 KVA, siendo posible ampliar la potencia del mismo.

## 7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

### 7.1. LOCAL.

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

#### 7.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

##### 7.1.1.1. Edificio de Transformación: PF-2030.

##### 7.1.1.1.1. Descripción.

Los Centros de Transformación PF, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), están formados por distintos elementos prefabricados de hormigón, que se ensamblan en obra para constituir un edificio, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos,

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 7 de 68

desde la apartament de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

Estos Centros de Transformación pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en lugares de difícil acceso gracias a su estructura modular.

La fabricación seriada de todos los elementos empleados en la construcción garantizan una calidad uniforme en todos los Centros de Transformación.

#### **7.1.2. CIMENTACIÓN.**

Para la ubicación de los centros de transformación PF es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función del modelo y de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

#### **7.1.3. SOLERA Y PAVIMENTO: PLACA PISO.**

Sobre la placa base, y a una altura de unos 500 mm, se sitúa la placa piso, que se apoya en un resalte interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### **7.1.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES: ENVOLVENTE.**

Los paneles que forman la envolvente están compuestos por hormigón armado vibrado y tienen las inserciones necesarias para su manipulación.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

El transformador va ubicado sobre una "Meseta de Transformador" diseñada específicamente para distribuir el peso del mismo uniformemente sobre la placa base y recoger el volumen de líquido refrigerante del transformador ante un eventual derrame.

La placa base está formada por una losa de forma rectangular con una serie de bordes elevados, que se une en sus extremos con las paredes. En su perímetro se sitúan los orificios de paso de los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

#### **7.1.5. TABIQUERÍA INTERIOR.**

No se hace necesaria la disposición de tabiquería interior por tratarse de un local prefabricado.

#### **7.1.6. CUBIERTAS.**

No procede por tratarse de un local prefabricado.

#### **7.1.7. FORJADOS Y CUBIERTAS.**

No procede por tratarse de un local prefabricado.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 8 de 68

### **7.1.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS.**

#### **7.1.8.1. Acabado.**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura de color blanco en las paredes, y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

### **7.1.9. VARIOS.**

#### **7.1.9.1. Accesos.**

En las paredes frontal y posterior se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas de transformador (ambas con apertura de 180°) y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura que ancla las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

#### **7.1.9.2. Ventilación.**

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, e interiormente se complementa con una rejilla con malla mosquitera.

#### **7.1.9.3. Alumbrado.**

El edificio se proveerá de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, que dispondrá de un interruptor para realizar dicho cometido.

#### **7.1.9.4. Varios.**

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

### **7.1.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO.**

Véase apartados 7.1.1 a 7.1.9.

#### **7.1.10.1. Características detalladas.**

Número de transformadores:	2
Número de reserva de celdas:	2
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta
Dimensiones exteriores:	
- Longitud:	7.240 mm.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 9 de 68

- Fondo: 2.620 mm.
- Altura: 3.200 mm.
- Altura vista: 2.650 mm.
- Peso: 23.550 Kg.

Dimensiones interiores:

- Longitud: 7.080 mm.
- Fondo: 2.460 mm.
- Altura: 2.900 mm.

Dimensiones de la excavación:

- Longitud: 8.040 mm.
- Fondo: 3.420 mm.
- Profundidad: 650 mm.

Nota: Estas dimensiones son aproximadas, en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

## **7.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

### **7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.**

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es de tipo subterráneo, con una tensión de 20 KV, nivel de aislamiento según MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía suministradora de energía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 KA eficaces.

### **7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.**

**Celdas: CGMCOSMOS.**

Sistema de celdas de media tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

#### **Construcción.**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

#### **Seguridad.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 10 de 68

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

#### ***Inundabilidad.***

Equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

#### ***Grados de Protección.***

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

#### ***Conexión de cables.***

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

#### ***Enclavamientos.***

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

#### ***Características eléctricas.***

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV

Impulso tipo rayo

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 11 de 68

a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

#### **7.2.2.1. Celda de entrada.**

Entrada / Salida 1: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

La celda CGMCOSMOS-L de línea con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 KV
  - Intensidad asignada: 400 A
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
  - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
  - Nivel de aislamiento:
    - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 KV
    - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 KV
  - Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
  - Capacidad de corte
    - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 365 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1.740 mm
  - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas:
  - Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Entrada / Salida 2: **CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador**

La celda CGMCOSMOS-L de línea con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 KV
  - Intensidad asignada: 400 A



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 12 de 68

- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 KV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 KV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 365 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1.740 mm
  - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas:
  - Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

#### **7.2.2.2. Celda de salida.**

Véase punto 7.2.2.1.

#### **7.2.2.3. Celda de protección.**

Protección Transformador 1: **CGMCOSMOS-P Protección fusibles**

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 KV
  - Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
  - Intensidad asignada en la derivación: 200 A
  - Intensidad fusibles: 3x40 A
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
  - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
  - Nivel de aislamiento:
    - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 KV
    - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 KV
  - Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
  - Capacidad de corte
    - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 13 de 68	

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1.740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

Protección Transformador 2: **CGMCOSMOS-P Protección fusibles**

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles con envolvente metálica está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra eKorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 KV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 KA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 KA
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 KV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 KV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 KA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1.740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

**7.2.2.4. Celda de medida.**

Al ser un centro de transformación de distribución tipo compañía, no se hace necesaria la incorporación de celda de medida.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 14 de 68

#### 7.2.2.5. Celda del transformador.

Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca reconocida por la compañía suministradora de energía eléctrica, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:
  - Regulación en el primario: +2,5%, +5%, +7,5%, +10%
  - Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
  - Grupo de conexión: Dyn11
  - Protección incorporada al transformador: Termómetro

Transformador 2: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca reconocida por la compañía suministradora de energía eléctrica, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:
  - Regulación en el primario: +2,5%, +5%, +7,5%, +10%
  - Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
  - Grupo de conexión: Dyn11
  - Protección incorporada al transformador: Termómetro

#### 7.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

##### 7.2.3.1. Embarrado general. Interconexiones de MT.

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables de alta tensión 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al.

Puentes MT Transformador 2: **Cables MT 12/20 kV**

Cables de alta tensión 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al.

##### 7.2.3.2. Piezas de conexión.

Las terminaciones para conexión de los puentes MT a cada uno de los transformadores son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, para conexión a la celda CGMCOSMOS-P, es EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 15 de 68

### **7.2.3.3. Aisladores de apoyo.**

No se precisan aisladores de apoyo.

### **7.2.3.4. Aisladores de paso.**

No se precisan aisladores de paso.

### **7.2.3.5. Defensa de transformadores.**

Defensa de Transformador 1: ***Protección física transformador***

Protección metálica para defensa del transformador.

Defensa de Transformador 2: ***Protección física transformador***

Protección metálica para defensa del transformador.

## **7.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Al tratarse de un centro de transformación de distribución tipo compañía, no se efectúa medida de energía en media tensión.

## **7.4. PUESTA A TIERRA.**

### **7.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

### **7.4.2. TIERRA DE SERVICIO.**

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de media tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de media tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

## **7.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO.**

### **7.5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: ***CBTO***

El cuadro de baja tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 16 de 68

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas.

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada de empleo: 440 V
  - Tensión asignada de aislamiento: 500 V
  - Intensidad asignada en los embarrados: 1.600 A
  - Frecuencia asignada: 50 Hz
  - Nivel de aislamiento:
    - Frecuencia industrial (1 min)
      - a tierra y entre fases: 10 KV
      - entre fases: 2,5 KV
  - Intensidad asignada de corta duración 1 s: 24 KA
  - Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 KA
- Características constructivas:
  - Anchura: 1.000 mm
  - Altura: 1.360 mm
  - Fondo: 350 mm
- Otras características:
  - Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

#### Cuadros BT - B2 Transformador 2: **CBTO**

El cuadro de baja tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares.

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas.

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 17 de 68

a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1.600 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min)
    - a tierra y entre fases: 10 KV
    - entre fases: 2,5 KV
- Intensidad asignada de corta duración 1 s: 24 KA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 KA

- Características constructivas:

- Anchura: 1.000 mm
- Altura: 1.360 mm
- Fondo: 350 mm

- Otras características:

- Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

## 7.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE BAJA TENSIÓN.

### 7.5.2.1. Interconexiones de BT.

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

Puentes BT - B2 Transformador 2: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

## 7.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.

### 7.6.1. ALUMBRADO.

#### 7.6.1.1. Equipo de iluminación general.

Se instalará un equipo de iluminación en el interior del centro de transformación que permita suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias. Se realizará intercalando un interruptor automático de 10 A y un disparador diferencial 2p, 25 A, 30 mA, para la correcta protección de la instalación.

El interruptor de encendido se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 18 de 68

Se colocará una base de enchufe tipo Schuko de 16 A. El interruptor de 10 A y 250 V accionará los puntos de luz para una correcta iluminación de todo el recinto del centro.

#### **7.6.1.2. Equipo de iluminación de emergencia.**

Se instalará un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización a la salida del local.

#### **7.6.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES (EN SU CASO).**

No se prevé su instalación.

#### **7.6.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS.**

Al existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que el centro esté dotado de extintores, según RAT 14.

#### **7.6.4. VENTILACIÓN.**

Se conseguirá mediante unas rejillas con lamas en forma de "V" invertida que se combina con una rejilla de mosquitera. Para asegurar una correcta ventilación del centro de transformación, la entrada de aire frío se realiza por la parte inferior, siendo evacuado el aire por las ranuras de la rejilla superior.

Las dimensiones de las rejillas se determinan en el Documento nº2: Cálculos Justificativos.

#### **7.6.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
4. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
5. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

#### **7.6.6. ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 19 de 68

El centro de transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

#### **7.7. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

### **8. PRESUPUESTO GENERAL.**

Asciende el Presupuesto de Ejecución por Contrata a la cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL NOVENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS (94.098,31 €).

### **9. CONCLUSIÓN.**

Con lo anteriormente expuesto y en unión de los documentos que se acompañan, se considera suficientemente descrita la instalación proyectada, sometiéndola a la consideración de los Organismos Competentes y quedando a su disposición para aclarar o ampliar aquello que estimen necesario.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 20 de 68

## **ANEXO N°1: INICIO DE LAS OBRAS**

La redacción por parte del Ingeniero Industrial, autor del presente proyecto – visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia –, no implica que la obligación asumida formalmente de llevar a cabo la dirección técnica, se produzca de forma automática, o sea, que para que la ejecución material del trabajo se verifique bajo la supervisión y dirección efectiva del técnico autor del proyecto es necesario que se cumplan por parte del promotor los siguientes requisitos:

- a) Que el promotor notifique por escrito al técnico autor del proyecto que ha obtenido la correspondiente licencia administrativa que ampara la licitud del inicio de las obras proyectadas.
- b) Que el promotor notifique por escrito al técnico la fecha de inicio de las obras.
- c) Que se levante la correspondiente acta de inicio firmada por el promotor y el técnico que asume la efectiva dirección de las obras.

En caso de no cumplirse los requisitos antes indicados, el técnico autor del presente proyecto declina cualquier tipo de responsabilidad administrativa, urbanística, civil o penal que se pueda derivar como consecuencia del inicio o ejecución de las obras sin su conocimiento e intervención efectiva.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 21 de 68

## ANEXO N°2: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL

- Ud. Excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos y nivelación, para instalación de envolvente prefabricada de hormigón tipo PF-2030, de ORMAZABAL o similar, de dimensiones 8,04 x 3,42 x 0,65 metros, incluso relleno de arena, enlosado perimetral y transporte a vertedero, totalmente acabado.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>950,00 €</b>
---------------------------	--------------	-----------------

- Ud. Edificio de transformación, prefabricado, constituido por una envolvente, de estructura modular, de hormigón armado, tipo PF-2030, de dimensiones generales aproximadas 7240 mm de largo por 2620 mm de fondo por 3200 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>12.800,00</b>
---------------------------	--------------	------------------

### CAPÍTULO 2: EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN

- Ud. Celda de entrada / salida compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-L, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>2.675,00 €</b>
---------------------------	--------------	-------------------

- Ud. Celda de protección del transformador compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-P, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando (fusibles): manual tipo BR

Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

<b>Sin descomposición</b>	<b>Total</b>	<b>3.500,00 €</b>
---------------------------	--------------	-------------------

- Ud. Puente MT Transformador: Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al empleando 3 de 10 m de longitud. Las terminaciones para conexión a la celda CGMCOSMOS-P son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR. Las terminaciones para conexión al transformador son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 22 de 68	

**Sin descomposición** **Total** **1.175,00 €**

### CAPÍTULO 3: EQUIPOS DE POTENCIA

- Ud. Transformador 24 KV trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +2,5%, +5%, +7,5%, +10%.  
Se incluye también una protección con termómetro.

**Sin descomposición** **Total** **13.175,00 €**

- Ud. Transformador 24 KV trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +2,5%, +5%, +7,5%, +10%.  
Se incluye también una protección con termómetro.

**Sin descomposición** **Total** **9.450,00 €**

### CAPÍTULO 4: EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

- Ud. Cuadro BT - B2 Transformador: Cuadro de baja tensión optimizado CBTO-C, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.  
Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

**Sin descomposición** **Total** **2.975,00 €**

- Ud. Puentes BT - B2 Transformador: Juego de puentes de cables de BT de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

**Sin descomposición** **Total** **1.050,00 €**

### CAPÍTULO 5: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

#### Instalaciones de tierras exteriores

- Ud. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexiónada, empleando conductor de cobre desnudo.  
El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.  
Características:
- Geometría: Anillo rectangular.
  - Profundidad: 0,5 m.
  - Número de picas: cuatro.
  - Longitud de picas: 2 metros.
  - Dimensiones del rectángulo: 8.0x3.0 m.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 23 de 68	

**Sin descomposición** **Total** **1.285,00 €**

- Ud. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas.
- Profundidad: 0,8 m.
- Número de picas: dos.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Distancia entre picas: 3 metros.

**Sin descomposición** **Total** **630,00 €**

#### Instalaciones de tierras interiores

- Ud. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de alta tensión y demás apartamento de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

**Sin descomposición** **Total** **925,00 €**

- Ud. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de baja tensión, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

**Sin descomposición** **Total** **925,00 €**

#### CAPÍTULO 6: VARIOS

- Ud. Protección metálica para defensa del transformador.

**Sin descomposición** **Total** **233,00 €**

- Ud. Equipo de iluminación compuesto de:
- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
  - Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

**Sin descomposición** **Total** **600,00 €**

- Ud. Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes de amianto
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

**Sin descomposición** **Total** **700,00 €**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 24 de 68

PA Pequeño material de señalización y seguridad del centro de transformación, incluso candados de seguridad, colocado.

**Sin descomposición**

**Total**

**150,00 €**

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 25 de 68

## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.**

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1)$$

donde:

P = potencia del transformador, en KVA.

$U_p$  = tensión primaria en el transformador, en KV.

$I_p$  = intensidad primaria en el transformador, en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 KV.

Para el transformador 1 de este centro de transformación, la potencia es de 630 kVA. Se obtiene así una intensidad primaria  $I_{P630} = 18,2$  A.

Para el transformador 2 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA. Se obtiene así una intensidad primaria  $I_{P400} = 11,5$  A.

Por tanto, la intensidad total de alta tensión que hay en este centro de transformación es  $I_{P\text{TOT}} = 29,7$  A.

### **2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.**

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 KVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2)$$

donde:

P = potencia del transformador, en KVA.

$U_s$  = tensión en el secundario del transformador, en KV.

$I_s$  = intensidad en el secundario del transformador, en A.

Para el transformador 1 de este centro de transformación, la potencia es de 630 kVA, y la tensión en el secundario del transformador, de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor de  $I_s = 866$  A.

Para el transformador 2 de este centro de transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión en el secundario del transformador, de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor de  $I_s = 549,9$  A.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 26 de 68

### 3. CORTOCIRCUITOS.

#### 3.1. OBSERVACIONES.

Para el cálculo de las intensidades que originan un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de alta tensión, valor especificado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

#### 3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito primaria en la instalación se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (3.2.a)$$

donde:

$S_{CC}$  = potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

$U_p$  = tensión de servicio, en KV.

$I_{CCP}$  = corriente de cortocircuito primaria, en KA.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el secundario de la instalación, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{CC} \cdot U_s} \quad (3.2.b)$$

donde:

$P$  = potencia del transformador, en KVA.

$E_{CC}$  = tensión de cortocircuito del transformador, en %.

$U_s$  = tensión de servicio, en KV.

$I_{CCS}$  = corriente de cortocircuito primaria, en A.

#### 3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la expresión 3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 KV, la intensidad de cortocircuito en el primario del transformador es:

$$I_{CCP} = 10,1 \text{ KA.}$$

#### 3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para el transformador 1 de este centro de transformación, la potencia es de 630 KVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión en el secundario es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión con 420 V en vacío será, según la expresión 3.2.b,  $I_{CCS} = 21,7 \text{ KA.}$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 27 de 68

Para el transformador 2 de este centro de transformación, la potencia es de 400 KVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión en el secundario es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión con 420 V en vacío será, según la expresión 3.2.b,  $I_{CCS} = 13,7 \text{ KA}$ .

#### **4. CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL EMBARRADO Y CUADRO DE BT.**

Las celdas habrán sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

##### **4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor.

Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

##### **4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada mediante la expresión 3.2.a de este Documento, por lo que:

$$I_{CC(dic)} = 2,5 \cdot I_{CCP} = 25,3 \text{ KA}.$$

##### **4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatada por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la norma en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{CC(ter)} = 10,1 \text{ KA}.$$

#### **5. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y DE LOS FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.**

Los transformadores están protegidos tanto en alta tensión como en baja tensión. En alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

##### **5.1. TRANSFORMADOR 1.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 28 de 68

La protección en alta tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección del transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

#### **Termómetro.**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### **Protecciones en BT.**

Las salidas de baja tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 3.4.

#### **5.2. TRANSFORMADOR 2.**

La protección en alta tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 29 de 68

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección del transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

#### **Termómetro.**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### **Protecciones en BT.**

Las salidas de baja tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 3.4.

### **5.3. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

#### **Transformador 1.**

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,2 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

#### **Transformador 2.**

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

## **6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot (\Delta T)^3}} \quad (6)$$

donde:

$W_{Cu}$  = pérdidas en el cobre del transformador, en w.

$W_{Fe}$  = pérdidas en el hierro del transformador, en w.

K = coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada, entre 0,35 y 0,40.

h = distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida, en m.

$\Delta T$  = aumento de temperatura del aire, en °C.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 30 de 68

$S_r$  = superficie mínima de las rejillas de entrada, en  $\text{mm}^2$ .

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los centros de transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein, en Vizcaya (España):

- 92202-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 KVA.
- 99827-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 KVA.

## **7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## **8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.**

### **8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este centro de transformación, se determina la resistividad media en 150 ohmios·m.

### **8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.**

En las instalaciones de alta tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- **Tipo de neutro.**

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a ésta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- **Tipo de protecciones.**

Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 31 de 68

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### 8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo representadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### 8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ KV.}$

Características de la red de alimentación:

- Limitación de la intensidad a tierra:  $I_{dm} = 500 \text{ A.}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de baja tensión:

- $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra,  $R_0 = 150 \text{ ohm}\cdot\text{m.}$
- Resistencia del hormigón,  $R'_0 = 3.000 \text{ ohm}\cdot\text{m.}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio del centro de transformación, y la intensidad del defecto se obtienen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (8.4.a)$$

donde:

$I_d$  = intensidad de falta a tierra, en A.  
 $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.  
 $V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión, en V.

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (8.4.b)$$

donde:

$I_{dm}$  = limitación de la intensidad de falta a tierra, en A.  
 $I_d$  = intensidad de falta a tierra, en A.

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

Y la resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \text{ ohmios}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 32 de 68

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener un valor para  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

El valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo se obtiene a partir de la expresión:

$$K_r = \frac{R_t}{R_0} \quad (8.4.c)$$

donde:

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.

$R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.

$K_r$  = coeficiente del electrodo.

#### Centro de transformación.

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-30/5/42
- Geometría del sistema: anillo rectangular
- Distancia de la red: 8,0 x 3,0 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros.

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia,  $K_r = 0,077$
- De la tensión de paso,  $K_p = 0,0165$
- De la tensión de contacto,  $K_c = 0,0364$

#### Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \quad (8.4.d)$$

donde:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 33 de 68

$K_r$  = coeficiente del electrodo  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.

Por lo que para el centro de transformación:

$$R'_t = 11,55 \text{ ohmios}$$

La intensidad de defecto real,  $I'_d$ , tal y como indica la fórmula 8.4.b es:

$$I'_d = 500 \text{ A}$$

### **8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_d \cdot I'_d \quad (8.5.a)$$

donde:

$R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra, en ohmios.  
 $I'_d$  = intensidad de defecto, en A.  
 $V'_d$  = tensión de defecto, en V.

por lo que en el centro de transformación:

$$V'_d = 5.775 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la expresión:

$$V'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (8.5.b)$$

donde:

$K_c$  = coeficiente de contacto.  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $I'_d$  = intensidad de defecto, en A.  
 $V'_c$  = tensión de paso en el acceso, en V.

por lo que tendremos en el centro de transformación:

$$V'_c = 2.730 \text{ V}$$

### **8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.**

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

La tensión de paso en el exterior vendrá dada por:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (8.6)$$

donde:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 34 de 68

$K_p$  = coeficiente de paso.  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $I'_d$  = intensidad de defecto, en A.  
 $V'_p$  = tensión de paso en el exterior, en V.

por lo que para este caso, la tensión de paso en el centro de transformación será:

$$V'_p = 1.237,5 \text{ V}$$

### 8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

#### Centro de transformación.

Los valores admisibles son, para una duración total d la falta, igual a:

$t = 0,7$  segundos.  
 $K = 72$   
 $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_0}{1000} \right) \quad (8.7.a)$$

donde:

$K$  = coeficiente.  
 $t$  = tiempo total de duración de la falta, en segundos.  
 $n$  = coeficiente.  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $V_p$  = tensión de paso en el exterior, en V.

por lo que, para este caso:

$$V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1000} \right) \quad (8.7.b)$$

donde:

$K$  = coeficiente.  
 $t$  = tiempo total de duración de la falta, en segundos.  
 $n$  = coeficiente.  
 $R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.  
 $R'_0$  = resistividad del hormigón, en ohm·m.  
 $V_{p(acc)}$  = tensión admisible de paso en el acceso, en V.

por lo que, para este caso:

$$V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este centro de transformación son inferiores a los valores admisibles:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 35 de 68

- Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1.237,5 \text{ V} < V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 2.730 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

- Tensión de defecto:

$$V'_d = 5.775 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

- Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} \leq I_{dm} = 500 \text{ A}$$

### 8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000 V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (8.8)$$

donde:

$R_0$  = resistividad del terreno, en ohm·m.

$I'_d$  = intensidad de defecto, en A.

D = distancia mínima de separación, en m.

Para este centro de transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 8/22 (según método UNESA).
- Geometría del sistema: picas alineadas.
- Número de picas: dos.
- Longitud de las picas: 2 metros.
- Profundidad de las picas: 0,80 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 36 de 68

-  $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 ohmios.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_0 = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ ohmios}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 KV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

### **8.9. CORRECCION Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 37 de 68

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. CALIDADES DE LOS MATERIALES.**

#### **1.1. OBRA CIVIL.**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadro y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

#### **1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:**

El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- **Corte:**

El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

#### **1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.**

El transformador o transformadores instalados en este centro de transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima del foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del centro de transformación, si éstos son de maniobra interior (tipo caseta).

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 38 de 68

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de estas paredes.

#### **1.4. EQUIPOS DE MEDIDA.**

Al tratarse de un centro para distribución pública, no se incorpora celda de medida de energía en alta tensión, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en baja tensión, atendiendo a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

## **2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de la instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

#### **2.1. NORMAS GENERALES.**

- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).*
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, BOE 01/12/1982).*
- *Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, BOE 25/10/1984).*
- *Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002, de 2 de agosto, e Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE N°224 de 18/09/2002).*
- *Autorización de Instalaciones Eléctricas (Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994).*
- *Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, BOE de 31/12/1994.*
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27 de diciembre de 2000).*
- *Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (BOE de 18 de marzo de 2008).*
- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 2949/1982, de 15 de octubre, de Acometidas Eléctricas.*
- *NTE-IEP. Norma tecnología de 24/03/1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a tierra.*
- *Normas UNE / IEC y recomendaciones UNESA.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Revisión del Plan General Municipal de Ordenación aprobado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.*



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 39 de 68

- Ordenanzas municipales del Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10 de Noviembre de 1995).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Cualquier normativa y Reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

## **2.2. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO.**

- CEI 62271-202      UNE-EN 62271-202  
Centros de Transformación prefabricados.
- NBE-X  
Normas Básicas de la Edificación.

## **2.3. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE APARAMENTA ELÉCTRICA.**

- CEI 62271-1      UNE-EN 60694  
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- CEI 61000-4-X      UNE-EN 61000-4-X  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- CEI 62271-200      UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)  
Aparamenta bajo envoltorio metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.
- CEI 62271-102      UNE-EN 62271-102  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- CEI 62271-103      UNE-EN 60265-1  
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.
- CEI 62271-105      UNE-EN 62271-105  
Combinados interruptor-fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

## **2.4. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 40 de 68

- *CEI 60076-X*  
Transformadores de potencia.

## **2.5. NORMAS Y RECOMENDACIONES DE TRANSFORMADORES (ACEITE).**

- *EN 50464-2-1:2007*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008)
- *UNE 21428-X-X*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 KV.
- *UNE 21428*  
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 KV.

## **3. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.**

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentra en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

De forma más concisa, tales pruebas, ensayos y revisiones serán:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación del cableado.
- Ensayo a frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo a onda de choque 1,2/50 milisegundos.
- Verificación del grado de protección.

## **4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.**

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro, se utilizará el banquillo, palanca de accionamiento, guantes dieléctricos, etc, y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 41 de 68

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

#### **4.1. PUESTA EN SERVICIO.**

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

- 1º. Conexión del interruptor / seccionador de entrada, si lo hubiere.
- 2º. A continuación se conectará la apartamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de alta tensión, se procederá a conectar la red de baja tensión.

#### **4.2. SEPARACIÓN DE SERVICIO.**

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

#### **4.3. MANIOBRAS DE MANTENIMIENTO.**

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuesen necesarios.

Las celdas tipo CGM, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

#### **4.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en los apartados F y G del párrafo 1.4 de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán prendas de trabajo sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 42 de 68

metal; los metros, reglas mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc, que se utilicen no serán de material conductor.

Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección individual, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese de la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### **4.5. SEGURIDAD PÚBLICA.**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales o cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc, que en uno u otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### **5. REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y/O DE ORGANISMOS DE CONTROL.**

Serán las determinadas por la reglamentación vigente en la materia, y responsabilidad del usuario / titular del centro de transformación proyectado; en este caso, Iberdrola.

### **6. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificado de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.





PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 43 de 68

## **7. LIBRO DE ÓRDENES.**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## **8. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.**

### **8.1. OBRAS DE TIERRA O DE FÁBRICA.**

Se medirán por unidades terminadas y medidas sobre el terreno tal y como se encuentra al realizarlas, y se abonarán a los precios especificados en el cuadro de precios, que resume el coste de las operaciones y materiales necesarios para dejar terminadas estas obras. No se abonarán los excesos de obra realizados por el contratista que no figuren detallados en planos o hayan sido autorizados por la Dirección Técnica.

Los precios de excavación se entienden en cualquier tipo de terreno, pudiendo el contratista hacer uso de la maquinaria auxiliar que estime oportuna, pero en ningún caso se aceptará sobrepago por su empleo, por dificultad o dureza del terreno o por roturas en servicios existentes.

### **8.2. MATERIAL ELÉCTRICO.**

El abono de estos materiales se hará por unidades colocadas y tras recuento minucioso de todas y cada una de las piezas instaladas, comprendiendo en sus precios todas las operaciones necesarias para su montura y anclaje de acuerdo con el cuadro de precios.

### **8.3. MAQUINARIA.**

Asimismo, el abono de estas partidas se realizará por unidades colocadas y en orden de funcionamiento; como excepción, se podrán certificar partidas que no estén en orden de funcionamiento cuando se encuentren físicamente en su ubicación definitiva a falta de conexionado o de suministro de fluidos refrigerantes o de proceso, siempre que se demuestre la conveniencia de no completar el equipamiento o la imposibilidad de realizarlo; en este caso, la certificación se realizará a título de acopio, en una fracción del total que será apreciada por el Director de las Obras.

### **8.4. PARTIDAS ALZADAS.**

El abono de estas partidas alzadas será justificado por el Técnico encargado de las obras discrecionalmente, según coste de materiales u otros medios empleados.

### **8.5. MEDIOS AUXILIARES.**

Serán de cuenta del contratista todos los medios auxiliares que sea preciso emplear en las obras, de manera que se realicen en la forma especificada, y será responsable de cuantas incidencias se produzcan por faltas en su debido empleo.

## **9. DISPOSICIONES GENERALES.**

### **9.1. PLAN DE OBRAS.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 44 de 68

El contratista antes de empezar las obras objeto del presente proyecto, deberá presentar al Técnico encargado un Plan detallado de la ejecución con indicación de los plazos parciales para la realización de las distintas unidades de obra.

## **9.2. PROPUESTA DE MATERIALES A INSTALAR.**

Antes de la instalación de cualquier material maquinaria susceptible de ser elegido entre los dos de distinta procedencia, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras, muestras y relaciones de marcas de todos los elementos a emplear y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazado por la Dirección Técnica de la obra aún después de colocados si no cumplieren las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones.

Se realizarán análisis y pruebas que se ordenen por la Dirección de la obra en laboratorios que esta designe, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

## **9.3. FECHA DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS.**

Deberán dar comienzo antes de los 10 días naturales contados desde la realización del replanteo de las obras.

## **9.4. PLAZO DE GARANTÍA.**

Durante los doce meses siguientes a la terminación de las obras, determinadas por el Acta de Recepción, correrá de cuenta del Contratista la conservación de las mismas, así como la reparación de todos los desperfectos no atribuibles a causa de fuerza mayor que pudieran ocurrir.

## **9.5. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.**

La recepción definitiva y la liquidación de las obras se realizará una vez transcurrido el período de garantía, tras haber solucionado las anomalías que se hubieran encontrado, debidas a deficiencias de ejecución no observadas en la recepción provisional.

## **9.6. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo general y de replanteo parciales, los de inspección y vigilancia no técnica, mediciones, pruebas, recepción y liquidación.

## **9.7. INDEMNIZACIONES A CARGO DEL CONTRATISTA.**

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen con la explotación de canteras, la extracción de tierra para la ejecución de los terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos; los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte y de las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras.

## **9.8. JORNALES MÍNIMOS.**

El Contratista estará obligado a no abonar jornal inferior a los mínimos previstos en la vigente legislación laboral.

Asimismo, ingresará en los Organismos competentes las cuotas que correspondan en materia de Seguridad Social, así como las retenciones efectuadas a los trabajadores bajo el concepto de impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas.



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 45 de 68

### 9.9. ACCIDENTES DE TRABAJO.

El Contratista viene obligado asegurar a sus obreros y empleados en la forma y condiciones que se establecen en la vigente legislación.

### 9.10. DISPOSICIÓN FINAL.

Cuando exista contradicción o discrepancia entre el presente documento y los restantes que componen el proyecto, prevalecerá sobre el presente lo descrito en la memoria; sobre ambos, lo descrito en los Presupuestos, y en cualquier caso, el criterio y órdenes del Director Técnico de las obras.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 46 de 68

## PRESUPUESTO

### 1. PRESUPUESTOS PARCIALES CON PRECIOS UNITARIOS.

#### CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL

- Ud. Excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos y nivelación, para instalación de envolvente prefabricada de hormigón tipo PF-2030, de ORMAZABAL o similar, de dimensiones 8,04 x 3,42 x 0,65 metros, incluso relleno de arena, enlosado perimetral y transporte a vertedero, totalmente acabado.

Medición	Precio €	Importe €
1	950,00	950,00

- Ud. Edificio de transformación, prefabricado, constituido por una envolvente, de estructura modular, de hormigón armado, tipo PF-2030, de dimensiones generales aproximadas 7240 mm de largo por 2620 mm de fondo por 3200 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

Medición	Precio €	Importe €
1	12.800,00	12.800,00

<b>Total importe obra civil</b>	<b>13.750,00 €</b>
---------------------------------	--------------------

#### CAPÍTULO 2: EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN

- Ud. Celda de entrada / salida compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-L, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

Medición	Precio €	Importe €
2	2.675,00	5.350,00

- Ud. Celda de protección del transformador compuesta por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CGMCOSMOS-P, fabricado por ORMAZABAL, o similar, con las siguientes características:

- Un = 24 kV
- In = 400 A
- Icc = 16 kA / 40 kA
- Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm
- Mando (fusibles): manual tipo BR



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 47 de 68

Se incluyen montaje, conexión y fusibles.

Medición	Precio €	Importe €
2	3.500,00	7.000,00

- Ud. Puente MT Transformador: Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 mm<sup>2</sup> Al empleando 3 de 10 m de longitud. Las terminaciones para conexión a la celda CGMCOSMOS-P son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable recta y modelo K152SR. Las terminaciones para conexión al transformador son EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

Medición	Precio €	Importe €
2	1.175,00	2.350,00

**Total importe equipos de alta tensión 14.700,00 €**

### CAPÍTULO 3: EQUIPOS DE POTENCIA

- Ud. Transformador 24 KV trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +2,5%, +5%, +7,5%, +10%.  
Se incluye también una protección con termómetro.

Medición	Precio €	Importe €
1	13.175,00	13.175,00

- Ud. Transformador 24 KV trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +2,5%, +5%, +7,5%, +10%.  
Se incluye también una protección con termómetro.

Medición	Precio €	Importe €
1	9.450,00	9.450,00

**Total importe equipos de potencia 22.625,00 €**

### CAPÍTULO 4: EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

- Ud. Cuadro BT - B2 Transformador: Cuadro de baja tensión optimizado CBTO-C, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.  
Se incluyen montaje, conexión y fusibles

Medición	Precio €	Importe €
----------	----------	-----------

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 48 de 68

2 2.975,00 5.950,00

- Ud. Puentes BT - B2 Transformador: Juego de puentes de cables de BT de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

Medición	Precio €	Importe €
2	1.050,00	2.100,00

**Total importe equipos de baja tensión 8.050,00 €**

## CAPÍTULO 5: SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### Instalaciones de tierras exteriores

- Ud. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular.
- Profundidad: 0,5 m.
- Número de picas: cuatro.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Dimensiones del rectángulo: 8.0x3.0 m.

Medición	Precio €	Importe €
1	1.285,00	1.285,00

- Ud. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas.
- Profundidad: 0,8 m.
- Número de picas: dos.
- Longitud de picas: 2 metros.
- Distancia entre picas: 3 metros.

Medición	Precio €	Importe €
1	630,00	630,00

### Instalaciones de tierras interiores

- Ud. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de alta tensión y demás apartados de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

Medición	Precio €	Importe €
1	925,00	925,00

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3</b>	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 49 de 68

- Ud. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de baja tensión, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

Medición	Precio €	Importe €
1	925,00	925,00

**Total importe sistema de puesta a tierra 3.765,00 €**

## CAPÍTULO 6: VARIOS

- Ud. Protección metálica para defensa del transformador.

Medición	Precio €	Importe €
2	233,00	466,00

- Ud. Equipo de iluminación compuesto de:
- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
  - Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medición	Precio €	Importe €
1	600,00	600,00

- Ud. Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:
- Banquillo aislante
  - Par de guantes de amianto
  - Extintor de eficacia 89B
  - Una palanca de accionamiento
  - Armario de primeros auxilios

Medición	Precio €	Importe €
1	700,00	700,00

- PA Pequeño material de señalización y seguridad del centro de transformación, incluso candados de seguridad, colocado.

Medición	Precio €	Importe €
1	150,00	150,00

**Total importe varios 1.916,00 €**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 50 de 68

## **2. TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.**

PRESUPUESTO TOTAL	
CONCEPTO	IMPORTE PARCIAL (€)
1. OBRA CIVIL	13.750,00
2. EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN	14.700,00
3. EQUIPOS DE POTENCIA	22.625,00
4. EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN	8.050,00
5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	3.765,00
6. VARIOS	1.916,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>64.806,00 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la referida cantidad de SESENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS SEIS EUROS (64.806,00 €).

## **3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.**

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	64.806,00 €
Gatos Generales (6%):	3.888,36 €
Beneficio Industrial (14%):	9.072,84 €
TOTAL PRESUPUESTO	77.767,20 €
I.V.A. (21%):	16.331,11 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>94.098,31 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución por Contrata a la referida cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL NOVENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS (94.098,31 €).

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

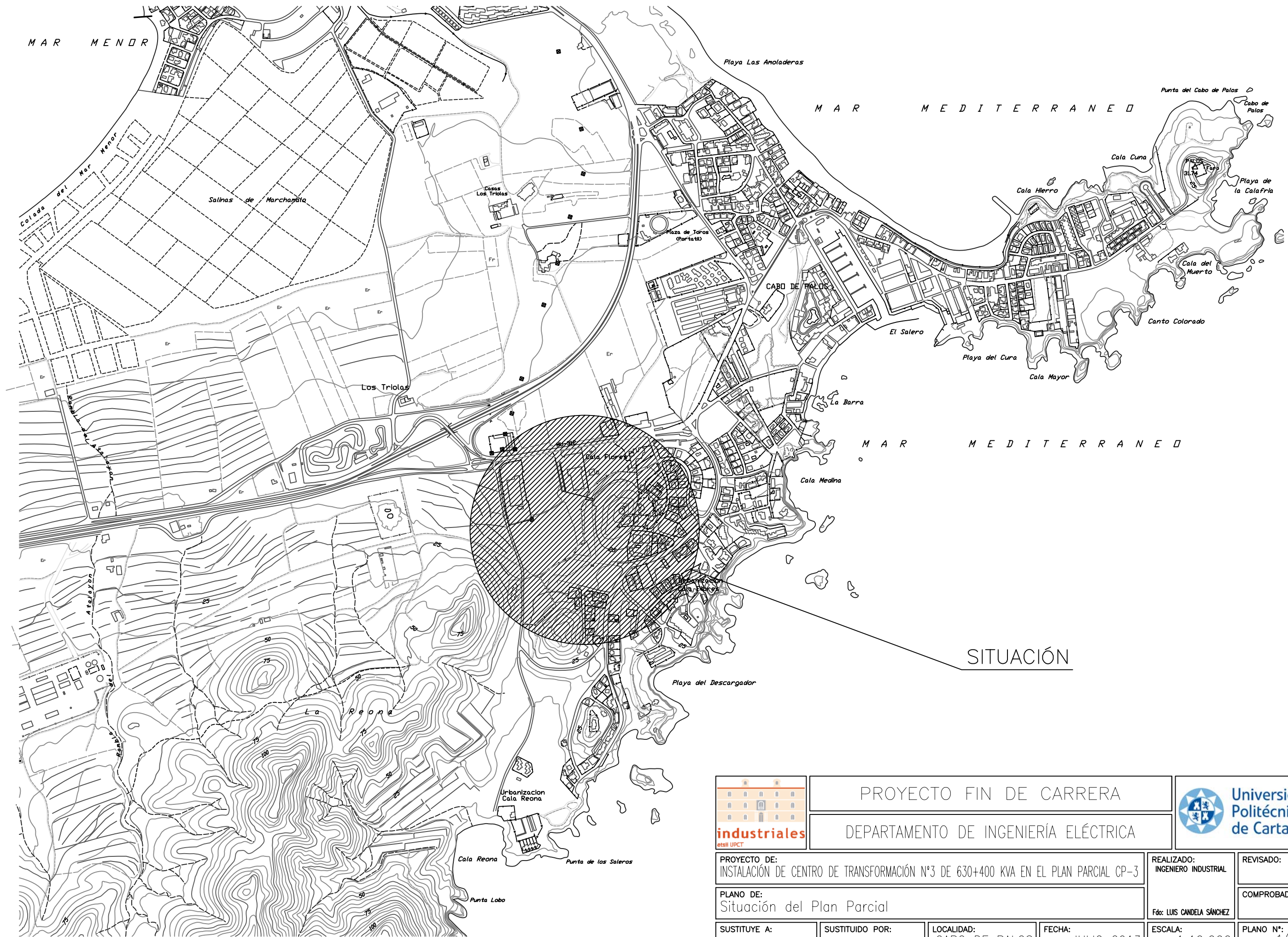
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 51 de 68

## **PLANOS**

### **LISTADO DE PLANOS.**

1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL.
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.
3. UBICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3.
4. PASO DE CONDUCTORES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3.
5. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3.
6. DETALLE DE LAS REDES DE TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3.
7. DETALLES DE CONEXIÓN DE CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN Y PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3.
8. DIMENSIONES EXTERIORES E INTERIORES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3.
9. DETALLE DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3.
10. COORDINACIÓN DE SERVICIOS.





SITUACIÓN



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Situación del Plan Parcial

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS



FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:10.000

PLANO N°:  
1(R0)

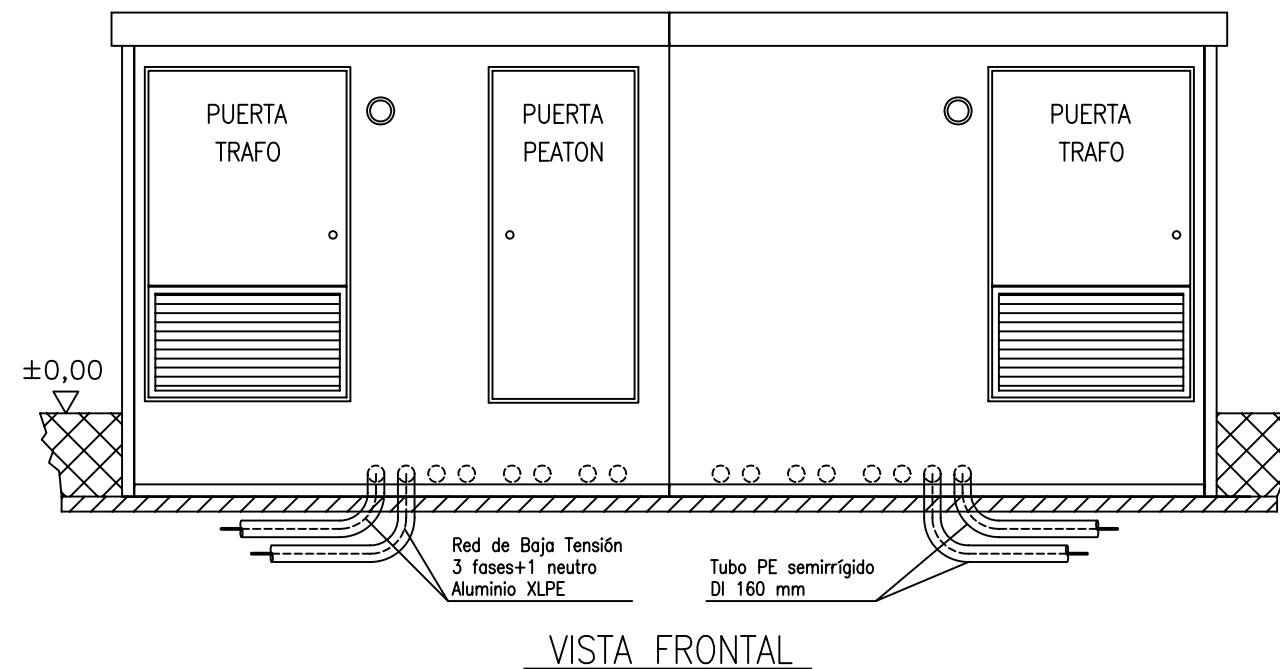
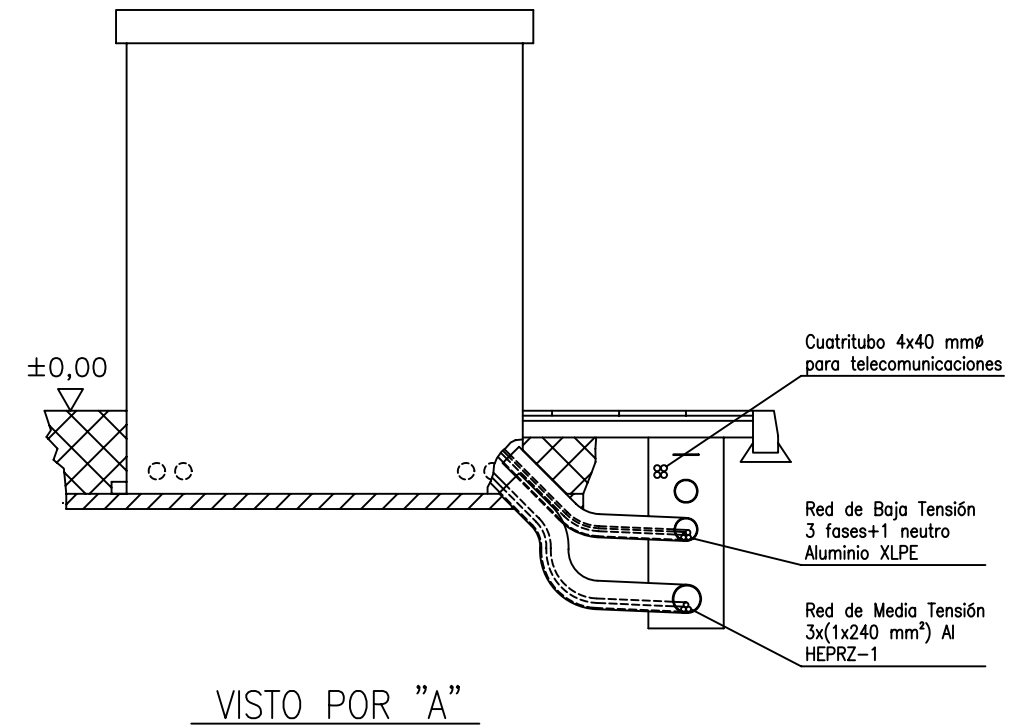
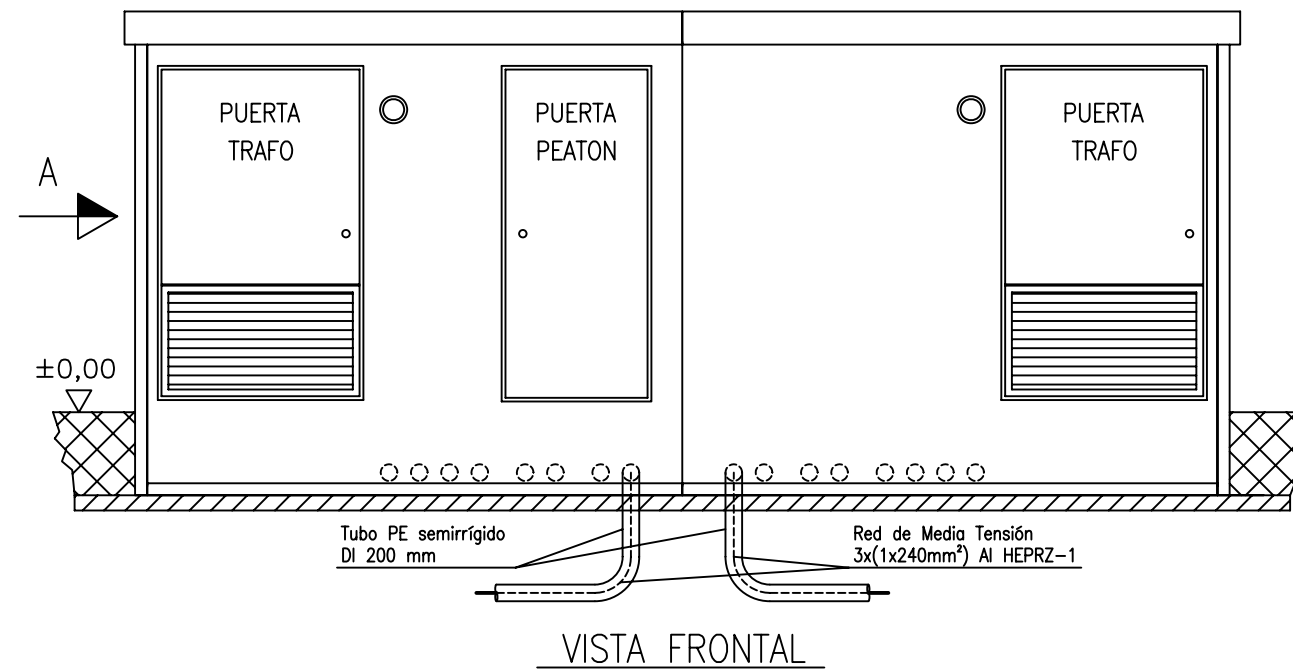





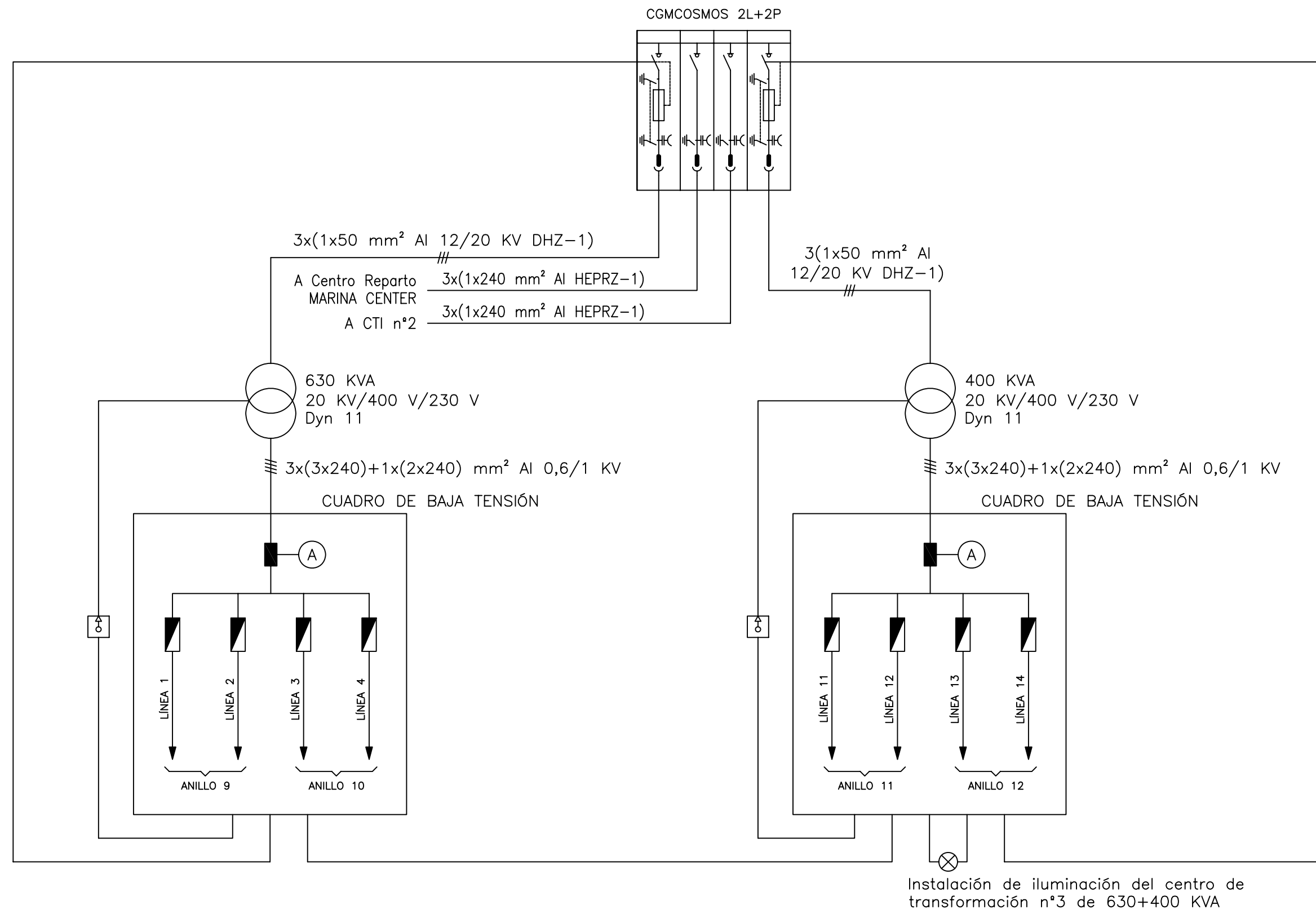
	PROYECTO FIN DE CARRERA			Universidad Politécnica de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:	
PLANO DE: Emplazamiento del Plan Parcial CP-3				COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:2.500	PLANO N°: 2(R0)







	PROYECTO FIN DE CARRERA				
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL	REVISADO:	
PLANO DE: Paso de conductores de media y baja tensión al centro de transformación n°3			Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:50	PLANO N°: 4(R0)



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Esquema unifilar del centro de transformación n°3

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

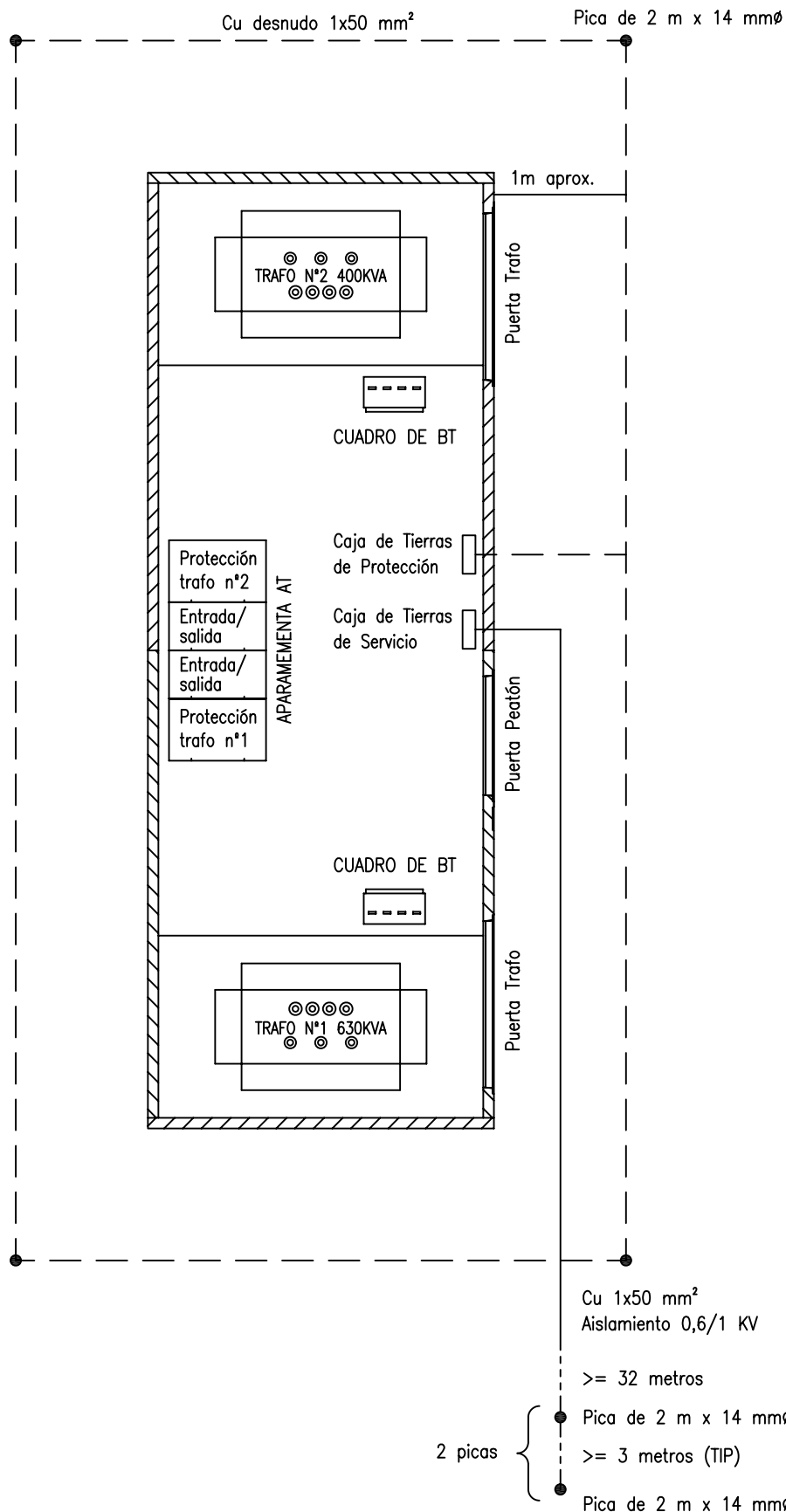
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
S/E

PLANO N°:  
5(R0)





PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de las redes de tierra de protección y de servicio del centro de transformación n°3

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

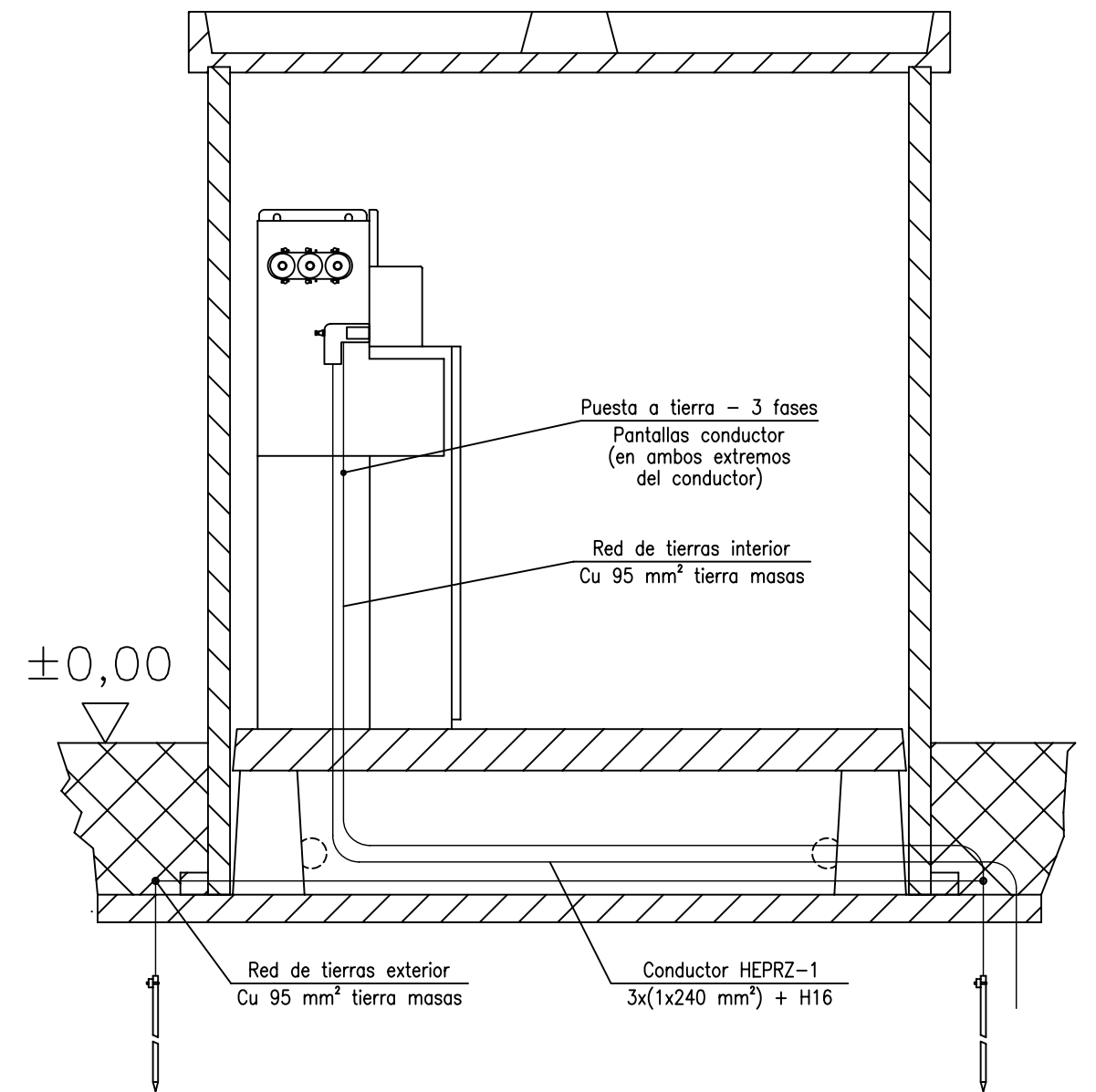
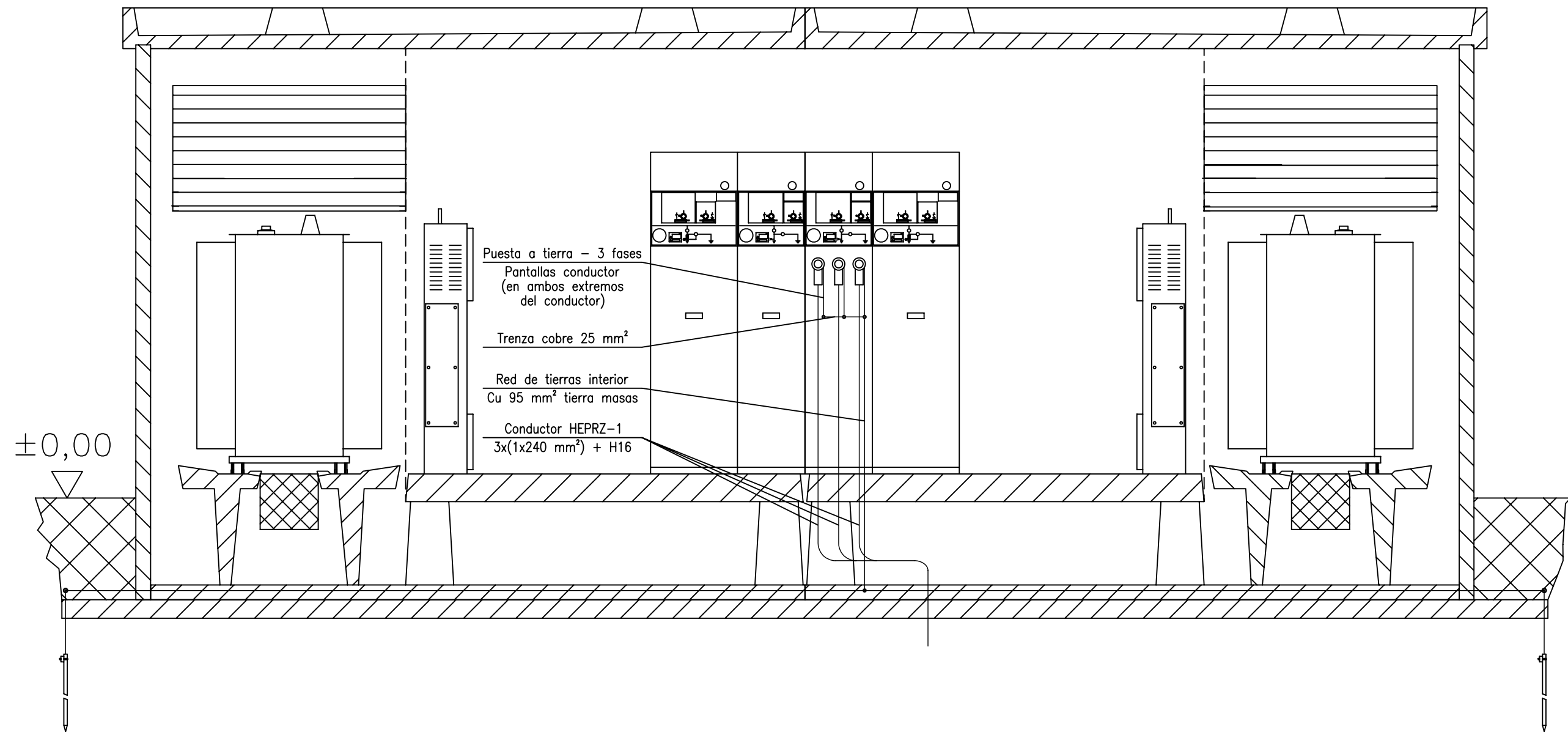
SUSTITUIDO POR:


LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

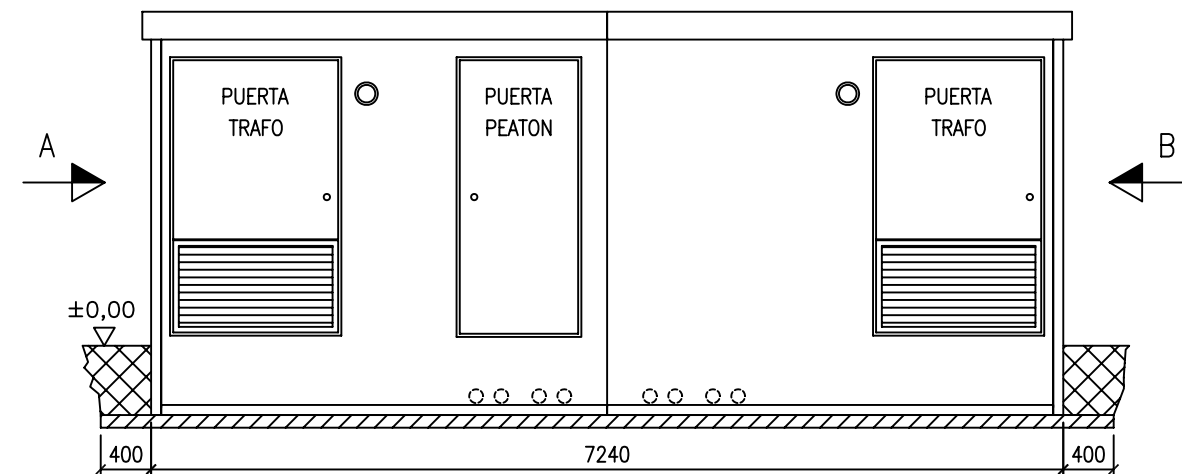
FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:50

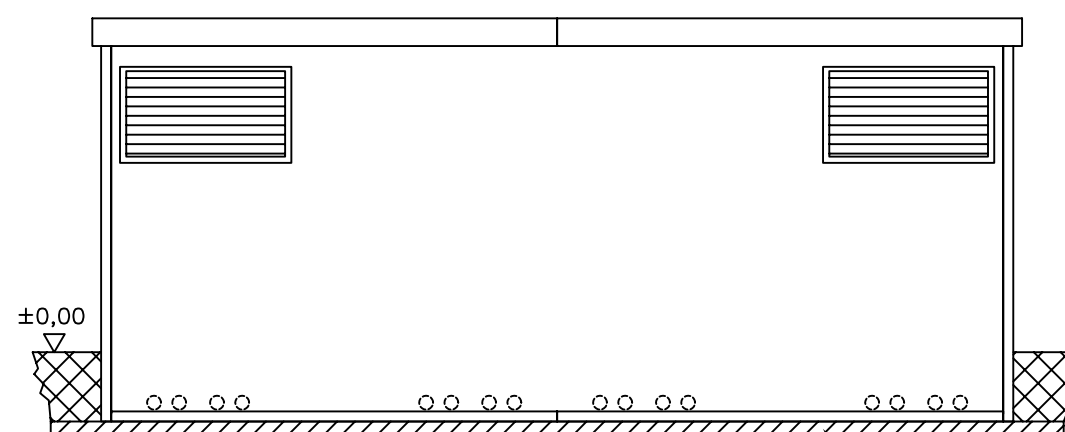
PLANO N°:  
6(R0)



	PROYECTO FIN DE CARRERA			
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA			
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3		REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL	REVISADO:	
PLANO DE: Detalles de conexión de conductor de media tensión y puesta a tierra del centro de transformación n°3		Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:25
			PLANO N°:	7(R0)

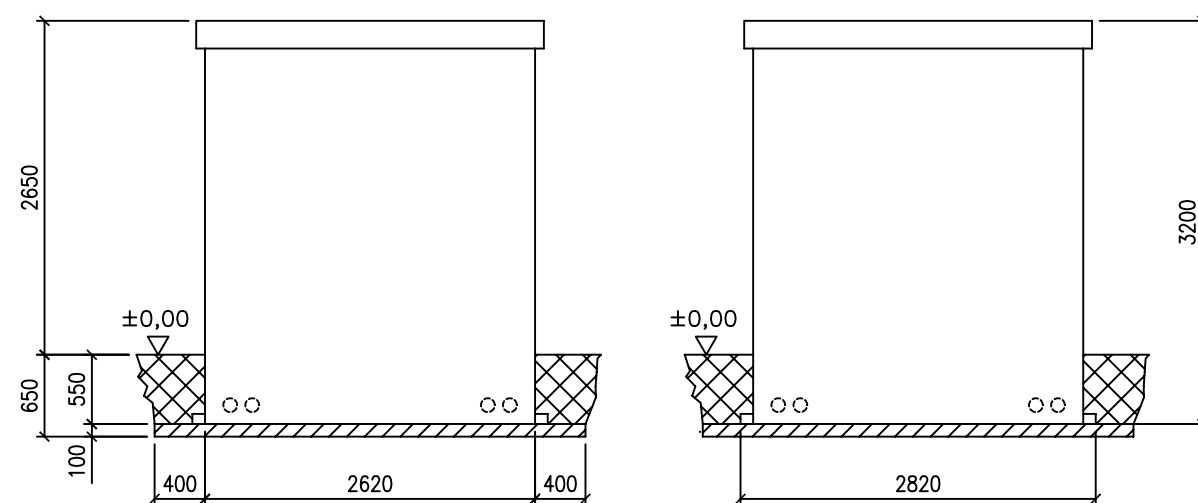


VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR

ARENA NIVELACIÓN

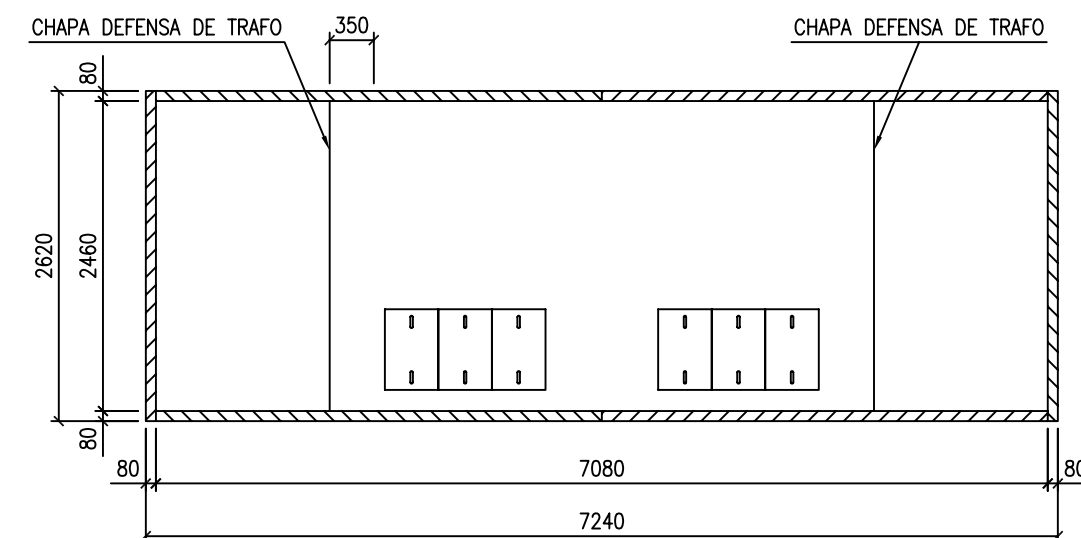
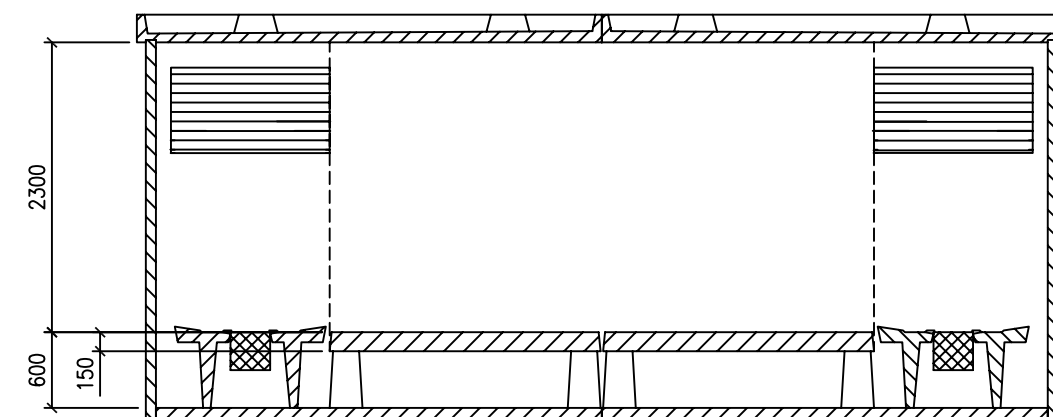


VISTO POR "A"

VISTO POR "B"

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
8,04 m. LARGO x 3,42 m. ANCHO x 0,65 m. PROFUND.

DIMENSIONES EXTERIORES



DIMENSIONES INTERIORES



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Dimensiones exteriores e interiores del centro de transformación n°3

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

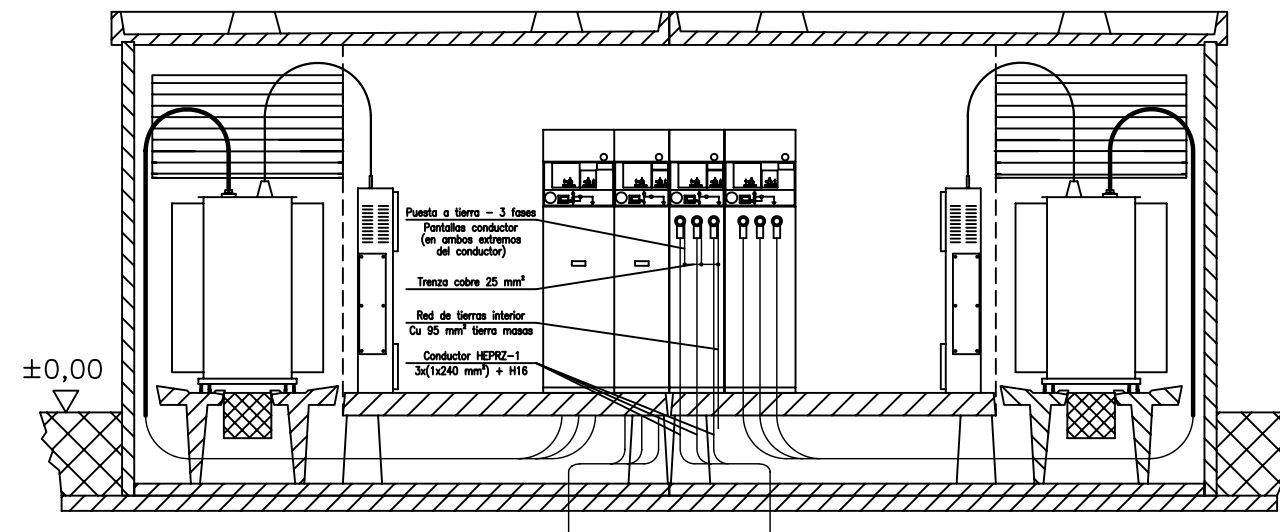
SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

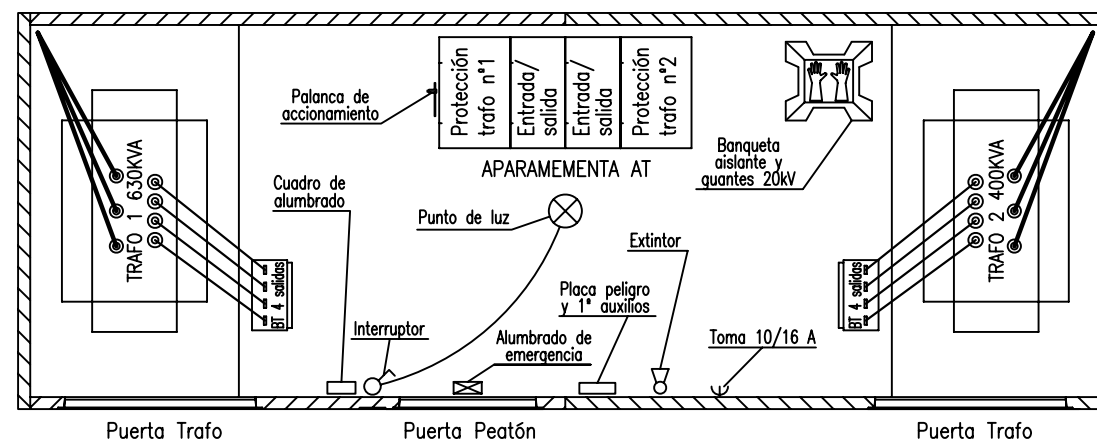
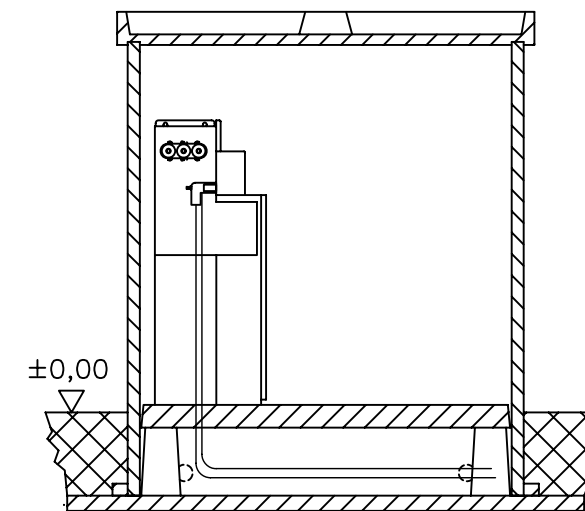
FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:60

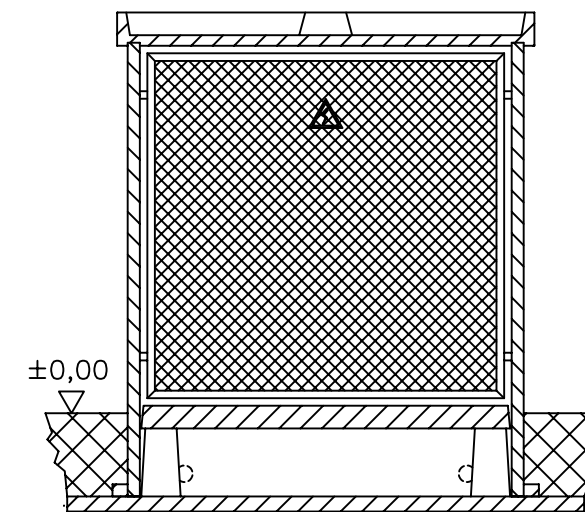
PLANO N°:  
8(R0)



ALZADO



PLANTA



PERFIL



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Detalle de las instalaciones auxiliares del centro de transformación n°3

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

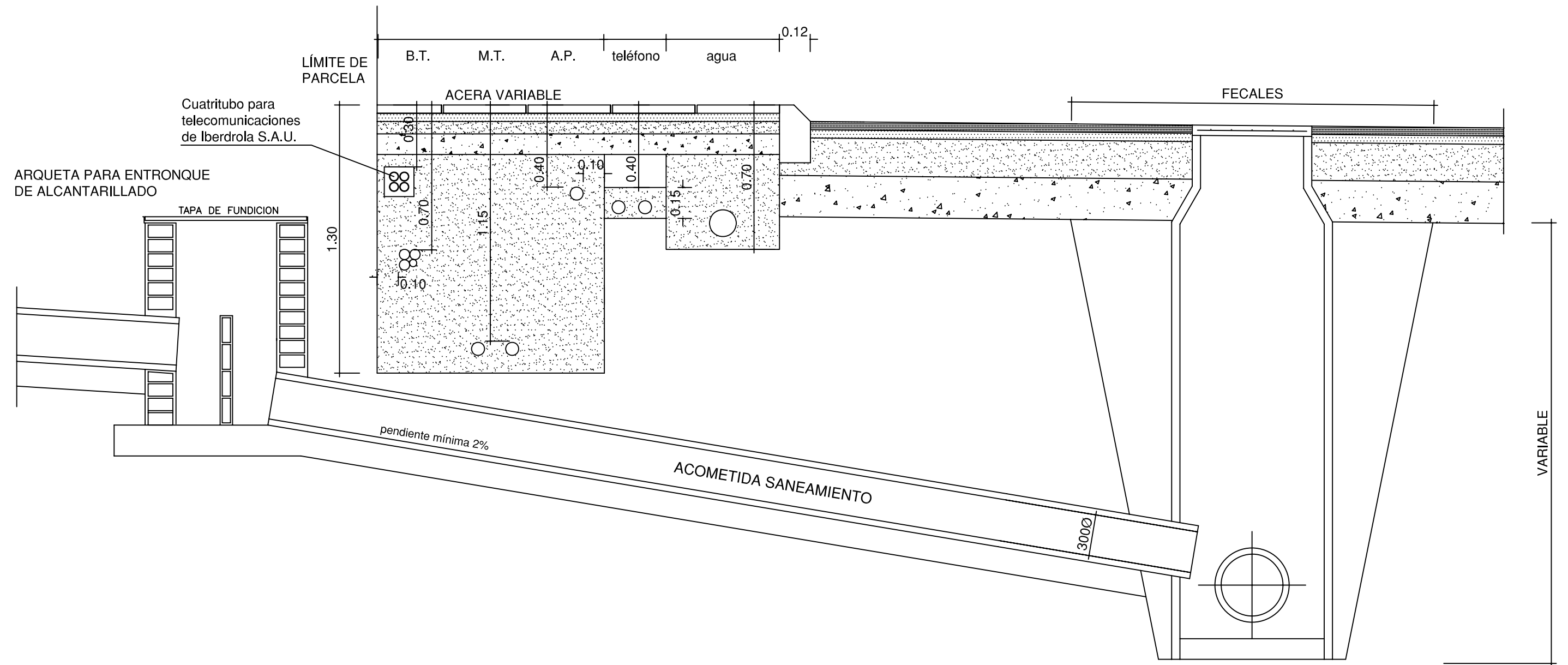
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS



FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:50

PLANO N°:  
9(R0)





	PROYECTO FIN DE CARRERA			UNIVERSIDAD <b>Politécnica</b> de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
PROYECTO DE: INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL  Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	REVISADO:  COMPROBADO:	
PLANO DE: Coordinación de servicios					
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: S/E	PLANO N°: 10(R0)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 62 de 68

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1. OBJETO.**

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

### **2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.**

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto.

#### **2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

#### **2.3. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

#### **2.4. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.**

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

#### **2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.**

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección Facultativa, que será quien resuelva en las



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 63 de 68

mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

### **3. MEMORIA.**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

#### **3.1. OBRA CIVIL. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.**

##### **3.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.**

###### **3.1.1.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

###### **3.1.1.2. Medidas de preventivas.**

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

##### **3.1.2. ESTRUCTURA.**

###### **3.1.2.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 64 de 68

- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocutaciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

### **3.1.2.2. Medidas preventivas.**

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.1.3. CERRAMIENTOS.**

#### **3.1.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

#### **3.1.3.2. Medidas de prevención.**

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### **3.1.4. ALBAÑILERÍA.**

#### **3.1.4.1. Riesgos más frecuentes**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 65 de 68

#### **3.1.4.2. Medidas de prevención.**

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

### **3.2. MONTAJE. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA, RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN.**

#### **3.2.1. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.**

##### **3.2.1.1. Riesgos más frecuentes.**

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

##### **3.2.1.2. Medidas de prevención.**

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### **3.2.2. MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**

##### **3.2.2.1. Riesgos más frecuentes**

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

##### **3.2.2.2. Medidas de prevención.**

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el Real Decreto 485/1997 de señalización.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 66 de 68

- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
  - Cables, poleas y tambores
  - Mandos y sistemas de parada.
  - Limitadores de carga y finales de carrera.
  - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

### **3.2.3. OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.**

#### **3.2.3.1. Riesgos más frecuentes**

- Contacto eléctrico en alta y baja tensión.
- Arco eléctrico en alta y baja tensión.
- Elementos candentes.

#### **3.2.3.2. Medidas de prevención.**

- Coordinar con la compañía suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

## **4. ASPECTOS GENERALES.**

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

### **4.1. BOTIQUÍN DE OBRA.**

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

## **5. NORMATIVA APLICABLE.**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 67 de 68

### 5.1. **NORMAS OFICIALES**

- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- RD 39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Título II, Capítulo VI.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 68 de 68

## **RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

### **RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.**

#### **Titular.**

**AL INICIO:** El titular de la instalación al inicio será el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con CIF nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

**AL FINAL:** El titular de la instalación al final será IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., con NIF nº A-95.075.578 y domicilio social en calle Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395 Torreciega-Cartagena (Murcia).

#### **Emplazamiento.**

El Centro de Transformación nº3, de 630+400 KVA, se halla ubicado en la parcela ST-3 reservada al efecto en la Unidad de Actuación Nº1 del Plan Parcial CP-3, en Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, según se establece en el P.G.M.O.

#### **Localidad.**

El centro de transformación se halla ubicado en la localidad de Cabo de Palos, en Cartagena.

#### **Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en KVA.**

Potencia del transformador 1:	630 KVA
Potencia del transformador 2:	400 KVA
Potencia total:	1.030 KVA

#### **Tipo de transformador.**

Refrigeración del transformador 1:	aceite
Refrigeración del transformador 2:	aceite

#### **Volumen total en litros de dieléctrico.**

Volumen de dieléctrico transformador 1:	395 litros
Volumen de dieléctrico transformador 2:	290 litros
Volumen total de dieléctrico:	685 litros

#### **Presupuesto total.**

Presupuesto de ejecución material:	64.806,00 €
------------------------------------	-------------



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

### **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**

#### DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### **PROYECTO FIN DE CARRERA**



### **TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)**

Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Alumno: Luis Candela Sánchez

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. i de v

## ÍNDICE

### TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA

	Pág.
1. <i>ANTECEDENTES Y OBJETO.</i>	1
2. <i>PLANEAMIENTO URBANÍSTICO DEL TERRITORIO.</i>	1
2.1. TIPOLOGÍA DEL PLANEAMIENTO.	1
2.2. EL PLAN GENERAL MUNICIPAL DE ORDENACIÓN.	1
2.2.1. CLASIFICACIÓN DEL SUELO.	2
2.2.2. ESTRUCTURA GENERAL Y ORGÁNICA DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.	5
2.2.3. LÍMITE TEMPORAL DEL PLAN GENERAL.	6
2.3. DOCUMENTACIÓN DEL PLAN GENERAL.	6
2.3.1. MEMORIA Y ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS.	6
2.3.2. PLANOS DE INFORMACIÓN.	7
2.3.3. PLANOS DE ORDENACIÓN.	7
2.3.4. NORMAS URBANÍSTICAS.	9
2.3.5. ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE ESPECIAL PROTECCIÓN.	9
2.3.6. PROGRAMA DE ACTUACIÓN.	10
2.3.7. ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO DEL PLAN GENERAL.	10
3. <i>GESTIÓN URBANÍSTICA.</i>	10
3.1. PRINCIPIOS GENERALES.	10
3.2. GERENCIAS URBANÍSTICAS.	10
3.3. ENTIDADES URBANÍSTICAS COLABORADORAS.	12
3.4. EL PROGRAMA DE ACTUACIÓN.	12
3.4.1. DISPOSICIONES GENERALES.	12
3.4.2. ACTUACIONES PREPARATORIAS.	12
3.4.3. FORMULACIÓN Y APROBACIÓN.	13
3.4.4. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE ACTUACIÓN.	15
3.4.4.1. Incumplimiento de las obligaciones del programa de actuación.	16
3.5. SISTEMAS DE ACTUACIÓN INTEGRADA.	16
3.5.1. DETERMINACIÓN DEL SISTEMA.	16
3.5.2. DEL SISTEMA DE CONCERTACIÓN DIRECTA.	17
3.5.3. DEL SISTEMA DE CONCERTACIÓN INDIRECTA.	18
3.5.4. DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN.	18

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. ii de v

	Pág.	
3.5.4.1.	Disposiciones generales en el Sistema de Compensación.	18
3.5.4.2.	Sistema de Compensación definido en el Plan.	18
3.5.4.3.	Sistema de Compensación no definido en el Plan.	19
3.5.4.4.	Constitución de la Junta de Compensación.	19
3.5.4.5.	Proyecto de Compensación.	21
3.5.5.	DEL SISTEMA DE COOPERACIÓN.	22
3.5.5.1.	Disposiciones generales en el Sistema de Cooperación.	23
3.5.5.2.	Asociaciones administrativas de Cooperación.	24
3.5.6.	DEL SISTEMA DE CONCURRENCIA.	24
3.5.6.1.	Disposiciones generales en el Sistema de Concurrencia.	24
3.5.6.2.	Particularidades del Programa de Actuación.	25
3.5.6.3.	Ejecución de la actuación.	25
3.5.7.	DEL SISTEMA DE EXPROPIACIÓN.	26
3.5.7.1.	Disposiciones generales en el Sistema de Expropiación.	26
3.5.7.2.	La expropiación forzosa para la ejecución de sistemas generales y para actuaciones aisladas en suelo urbano.	26
3.5.7.3.	Procedimiento del sistema de expropiación.	27
3.5.7.4.	Pago del justiprecio.	29
3.5.7.5.	Toma de posesión.	30
3.5.8.	DEL SISTEMA DE OCUPACION DIRECTA.	30
3.5.8.1.	Disposiciones generales del sistema de Ocupación Directa.	30
3.5.8.2.	Procedimiento de ocupación.	31
3.6.	EL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.	31
3.6.1.	DISPOSICIONES GENERALES.	31
3.6.2.	CONTENIDO DEL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.	32
3.6.3.	ELABORACIÓN Y APROBACIÓN DEL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.	33
3.6.4.	EFFECTOS Y FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.	33
4.	EJECUCIÓN DE LA URBANIZACIÓN.	33
4.1.	EL PROYECTO DE URBANIZACIÓN.	33
4.1.1.	DISPOSICIONES GENERALES.	33
4.1.2.	GASTOS DE URBANIZACIÓN.	34
4.1.3.	GARANTÍA DE URBANIZACIÓN.	35
4.2.	RECEPCION DE LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN.	35
5.	TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL.	35

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iii de v

	Pág.
5.1. SELECCIÓN DE LA UBICACIÓN DE LA ZONA INDUSTRIAL.	36
5.2. TRAMITACIÓN DEL PROGRAMA DE ACTUACIÓN.	36
5.3. TRAMITACIÓN DEL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.	36
5.4. DESARROLLO DEL PROYECTO DE URBANIZACIÓN.	36
5.4.1. PROGRAMA DE NECESIDADES.	36
5.4.1.1. Sistema de saneamiento.	37
5.4.1.2. Sistema de recogida de aguas pluviales.	37
5.4.1.3. Sistema de abastecimiento de agua.	38
5.4.1.4. Demanda de energía eléctrica.	39
5.4.2. ELABORACIÓN Y APROBACIÓN DEL PROYECTO DE URBANIZACIÓN.	40
5.4.2.1. Elaboración del Proyecto de Urbanización.	40
5.4.2.2. Aprobación del Proyecto de Urbanización.	40
5.4.3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE URBANIZACIÓN.	41
5.4.4. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN.	41
5.4.4.1. Cesión de las instalaciones.	41
5.4.4.1.1. Acta de Confrontación.	41
5.4.4.1.2. Documentación anexa para la cesión de las instalaciones a la compañía suministradora.	42
5.4.4.1.3. Acta de Cesión.	43
5.4.4.2. Documentación para la recepción de las Obras de Urbanización.	43
6. CONCLUSIÓN.	46

## **PLANOS**

	Pág.
<b>LISTADO DE PLANOS</b>	<b>47</b>
1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL CP-3.	1 (R0)
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.	2 (R0)
3. FINCAS INICIALES.	3 (R0)
4. DELIMITACIÓN DE MANZANAS Y PARCELA Y SUPERFICIES ASIGNADAS.	4 (R0)

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. iv de v

## **ANEXOS**

	Pág.
1. ACTA DE CONFRONTACIÓN.	53
2. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED AÉREO / SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.	58
3. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA LA RED AÉREO / SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.	60
4. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 1 DE 400 + 400 KVA.	62
5. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 1 DE 400 + 400 KVA.	64
6. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 2 DE 400 + 400 KVA.	66
7. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 2 DE 400 + 400 KVA.	68
8. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 3 DE 630 + 400 KVA.	70
9. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 3 DE 630 + 400 KVA.	72
10. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	74
11. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO.	76
12. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.	78
13. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.	80
14. CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.	82
15. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO PÚBLICO.	84
16. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.	86
17. CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.	88
18. MODELO DE DECLARACIÓN RESPONSABLE A PRESENTAR JUNTO AL PROYECTO DE INSTALACIONES.	90

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. v de v

		Pág.
19.	<i>MODELO DE DECLARACIÓN RESPONSABLE A PRESENTAR JUNTO AL CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE OBRA.</i>	92
20.	<i>ANEXO DE INFORMACIÓN AL USUARIO PARA INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.</i>	94

## **BIBLIOGRAFÍA**

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	Pág.
	99

## **PROGRAMAS ESPECÍFICOS UTILIZADOS**

<b>PROGRAMAS ESPECÍFICOS UTILIZADOS</b>	Pág.
	100

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 1 de 100

## **TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA**

### **1. ANTECEDENTES Y OBJETO.**

Por orden del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, ante el desconocimiento de los trámites administrativos necesarios para el desarrollo de un área industrial, se ordena la redacción del presente Documento, cuyo fin es el de dar a conocer a la comunidad educativa el procedimiento establecido por el Excelentísimo Ayuntamiento de Cartagena para el desarrollo de dicho área industrial partiendo del estado bruto del suelo (urbanizable sin sectorizar) hasta finalizar la ejecución de las obras de urbanización (transformando el suelo en urbano), poniendo un énfasis especial en los instrumentos de ordenación, planificación y protección y respeto al medio físico, al medio ambiente y al patrimonio histórico y cultural.

Por otro lado, se pretende definir las condiciones técnicas y legales que han de cumplirse así como las de seguridad tanto de las instalaciones como del personal que las ejecutará, de acuerdo con la reglamentación aplicable, diseñar y desarrollar la instalación eléctrica del área de actuación (alumbrado público exterior, red subterránea de baja tensión, centros de seccionamiento y transformación necesarios y red aéreo-subterránea de alta tensión) para poder alimentar todas las cargas definidas por la normativa y reglamentación vigente, y que serán los encargados de suministrar energía eléctrica en baja tensión a las parcelas a desarrollar, espacios libres y alumbrado público a instalar en los viales que se han de ejecutar.

Así mismo, se pretende indicar las fases para la obtención por parte de los Organismos competentes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia de la aprobación de los mismos y las correspondientes licencias administrativas y autorizaciones para la puesta en marcha de las instalaciones que se relacionan.

### **2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO DEL TERRITORIO.**

#### **2.1. TIPOLOGÍA DEL PLANEAMIENTO.**

La ordenación urbanística del Término Municipal de Cartagena se ha llevado a cabo mediante el Plan General Municipal de Ordenación Urbana, instrumento del Planeamiento, teniendo en cuenta las previsiones contenidas en el Plan Director Territorial de Coordinación, aprobadas por la Corporación Local (Junta de Gobierno Local) y por la Comisión Provincial en materia de Urbanismo.

El desarrollo del Plan General Municipal de Ordenación (en adelante, Plan General o simplemente Plan) se lleva a cabo mediante Planes Parciales, Estudios de Detalle, Programas de Actuación Urbanística o Planes Especiales según la clase de suelo sobre la que se actúe y en atención a la finalidad perseguida en cada caso.

#### **2.2. EL PLAN GENERAL MUNICIPAL DE ORDENACIÓN.**

El Plan General define el modelo de utilización del suelo a largo plazo, que resulta de la ponderación cualitativa de las distintas alternativas de planeamiento que hayan podido formularse inicialmente:

- Clasificando el suelo para la aplicación del régimen jurídico correspondiente;



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 2 de 100

- Definiendo los elementos fundamentales de la estructura general adoptada para la ordenación urbanística del territorio;
- Estableciendo el programa para su desarrollo y ejecución; y
- Señalando el límite temporal al que hayan de entenderse referidas el conjunto de sus previsiones, a partir del cual, y según el grado de cumplimiento de éstas, deba procederse a su revisión.

El Programa de Actuación, desarrollado en el apartado 3.4 del presente documento, es la herramienta empleada para el desarrollo del Plan, en el que se indican las bases de carácter técnico y económico, señalando los plazos en que hayan de redactarse los instrumentos de planificación de desarrollo del Plan y llevando a cabo las actuaciones previstas en él.

Así mismo, dicho Programa se constituye como el sistema de seguimiento del Plan, estableciendo los límites de validez de sus determinaciones y los mecanismos de alerta que permitan detectar la necesidad de su modificación parcial o su revisión.

### 2.2.1. CLASIFICACIÓN DEL SUELO.

El Plan General clasifica el suelo en urbano, urbanizable y no urbanizable,

- Se clasifican como *suelo urbano* si reúnen alguno de los siguientes requisitos:
  - a. Que los terrenos estén dotados de acceso rodado, abastecimiento de agua, evacuación de aguas residuales y suministro de energía eléctrica, debiendo tener estos servicios características adecuadas para servir a la edificación que sobre ellos exista o prevista por el Plan.
  - b. Que los terrenos, aun careciendo de algunos de los servicios citados en el párrafo anterior, tengan su ordenación consolidada, por ocupar la edificación, al menos, dos terceras partes de los espacios aptos para la misma según la ordenación que el Plan General para ellos proponga. El Plan deberá señalar las operaciones de reforma interior o acciones concretas de urbanización precisas para conseguir los niveles de dotación necesarios de los servicios mínimos señalados en el apartado a) de este apartado.

Categorías del suelo urbano:

- a. Suelo urbano consolidado, los terrenos en que no resulte necesario el desarrollo de mecanismos de equidistribución de beneficios y cargas.
- b. Tendrán la consideración de suelo urbano sin consolidar los terrenos que el planeamiento delimite como Unidades de Actuación para su ejecución como unidad integrada, entendiéndose como tal la que requiera mecanismos de equitativa distribución de beneficios y cargas y ejecución de proyectos de urbanización.
- c. No obstante lo dispuesto en el apartado a, en el suelo urbano consolidado podrán delimitarse Unidades de Actuación para llevar a cabo operaciones de renovación o mejora urbana.
- d. Tendrán la consideración de suelo urbano de núcleo rural los terrenos, incluidos los de la huerta tradicional de la Región de Murcia, que, por existir agrupaciones de viviendas con viario e infraestructura común y relaciones



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 3 de 100

propias de la vida comunitaria, constituyan un asentamiento de población tradicional reconocido oficialmente por un topónimo y especialmente vinculado a las actividades del sector primario.

- e. Tendrán la consideración de suelo urbano especial los terrenos, incluidos los de la huerta tradicional de la Región de Murcia, que, careciendo de alguno de los requisitos del apartado anterior, constituyan un asentamiento con frente a camino público tradicional.
- Constituye el *suelo urbanizable* los terrenos que no tengan reconocido por el Plan General la condición de suelo urbano o de suelo no urbanizable y que el planeamiento declare aptos, en principio, para ser urbanizados.

Dentro del suelo urbanizable, el Plan establece todas o alguna de las siguientes categorías:

- a. Suelo urbanizable sectorizado, el integrado por los terrenos que así se delimiten para su urbanización, según el modelo y estrategia de desarrollo según el programa del propio Plan.

Habrán de incluirse las superficies necesarias para:

1. Los nuevos asentamientos de población y de actividades productivas cuya implantación se prevea en el programa.
2. El establecimiento de aquellas partes de los sistemas generales necesarios para el desarrollo de las previsiones sobre población y actividades a que se refiere el apartado anterior.

Para la clasificación de suelo como urbanizable sectorizado y para el establecimiento del correspondiente Programa de Actuación deberán tenerse en cuenta criterios de ponderación que valoren dentro de cada etapa:

1. La situación existente.
2. Las características del desarrollo urbano previsible.
3. La necesidad de producir un desarrollo urbano coherente en función de la estrategia a largo plazo del Plan.
4. La adecuada proporción entre los nuevos asentamientos y el equipo urbano.
5. Las previsiones sobre inversión pública y privada.

Cada cuatro años el Ayuntamiento revisará las determinaciones del Programa y, en su caso, ampliará en otros cuatro el límite temporal que abarquen sus previsiones de acuerdo con los criterios y el contenido establecidos en los dos párrafos anteriores.

Si como consecuencia de esta revisión fuera preciso alterar la extensión del suelo urbanizable programado, se procederá a modificar o, en su caso, revisar las determinaciones del Plan General en los términos establecidos para la formación de los Planes.

- b. Suelo urbanizable sin sectorizar, integrado por el que pueda ser objeto de urbanización mediante la aprobación de Programas de Actuación Urbanística.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 4 de 100

Se clasificará como suelo urbanizable sin sectorizar aquel que deba ser reservado, de acuerdo con el modelo de utilización del territorio adoptado por el Plan General, para su posible urbanización y que no sea necesario para la realización de las previsiones del programa.

- Constituye el *suelo no urbanizable*:
  - a. El que el Plan no incluye en algunos de los tipos de suelo a que se refieren los apartados anteriores.
  - b. Los espacios que el Plan determine para otorgarles una especial protección, en razón de su excepcional valor agrícola, forestal o ganadero, de las posibilidades de explotación de sus recursos naturales, de sus valores paisajísticos, históricos o culturales o para la defensa de la fauna, la flora o el equilibrio ecológico.

El Plan General tiene por objeto:

- *En suelo urbano*, completar su ordenación mediante la regulación detallada del uso de los terrenos y de la edificación; señalar la renovación o reforma interior que resultase procedente; definir aquellas partes de la estructura general del Plan correspondiente a esta clase de terrenos, y proponer los programas y medidas concretas de actuación para su ejecución.

Considerará la situación urbanística anteriormente existente, bien para conservarla, bien para rectificarla directamente a través de las propias determinaciones del Plan General o habilitando la formulación del oportuno Plan Especial de reforma interior que desarrolle las previsiones básicas que a tal objeto establezca el propio Plan General.

- *En suelo urbanizable*, definir los elementos fundamentales de la estructura general de la ordenación urbanística del territorio; establecer, según sus categorías, una regulación genérica de los diferentes usos globales y niveles de intensidad; y fijar los programas de desarrollo a corto y medio plazo referidos a un conjunto de actuaciones públicas y privadas.

Asimismo regularán la forma y condiciones en que podrán incorporarse al desarrollo urbano actuaciones no programadas mediante la formulación de los correspondientes Programas de Actuación Urbanística para la realización de unidades urbanísticas integradas.

- *En suelo no urbanizable*, preservar dicho suelo del proceso de desarrollo urbano y establecer, en su caso, medidas de protección del territorio y del paisaje.
  - a. Delimitación de las áreas así clasificadas, de conformidad con los criterios recogidos en esta Ley, justificando las razones de su inclusión en cada una de las categorías.
  - b. Delimitación de los ámbitos sujetos a planeamiento específico, con las medidas de protección, mejora y conservación.
  - c. Medidas, condiciones y limitaciones para cada una de las categorías en razón de los valores a proteger, dirigidas a evitar la formación de núcleos urbanos, de conformidad con el régimen urbanístico establecido en la Ley del suelo de la Región de Murcia.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 5 de 100

- d. Normativa a la que deban sujetarse las construcciones para su adaptación al ambiente rural y al paisaje en que se sitúen.

## 2.2.2. ESTRUCTURA GENERAL Y ORGÁNICA DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.

Los elementos fundamentales de la estructura general y orgánica de la ordenación del territorio son establecidos por el Plan General teniendo en cuenta el modelo de desarrollo urbano adoptado, definiendo:

- La asignación a las diferentes zonas de los correspondientes usos globales cuya implantación se prevea, cuantificando sus superficies y porcentajes en relación con la superficie total del municipio.
- El sistema general de comunicaciones, tanto urbanas como interurbanas, estableciendo las reservas de suelo necesarias para el establecimiento de redes viarias y ferroviarias, áreas de acceso a las mismas, y todas aquellas otras instalaciones vinculadas a este sistema, como son estaciones de ferrocarril y autobuses, puertos, aeropuertos y otras instalaciones análogas y de transporte público integrado, en sus distintas modalidades, incluidas las previsiones de vías verdes y carriles bici.
- El Sistema General de Infraestructuras y Servicios, que incluirá las diferentes redes lineales de servicios públicos de abastecimiento de agua, saneamiento y evacuación y los servicios esenciales o de interés general necesarios, de electrificación, energía y telecomunicaciones, así como los elementos nodales de dichos servicios.
- El sistema general de espacios libres, con una dotación mínima de 20 m<sup>2</sup> por cada 100 m<sup>2</sup> de aprovechamiento residencial, referida a la totalidad del suelo urbano y urbanizable sectorizado, incluido el correspondiente a los propios sistemas generales, constituido por:
  - a. Parques y jardines públicos. En estos parques y jardines sólo se admitirán aquellos usos compatibles con su carácter que no supongan restricción del uso público.
  - b. Los espacios naturales.
  - c. Áreas públicas destinadas al ocio cultural o recreativo, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- El sistema general de equipamiento comunitario, constituido por las diferentes instalaciones colectivas al servicio general de la población, distinguiendo las de titularidad pública y privada, en la cuantía establecida por la normativa sectorial, que comprenderá todos aquellos centros al servicio de toda la población destinados a usos:
  - a. Administrativos.
  - b. Comerciales.
  - c. Culturales, docentes, deportivos y recreativos, en situación y extensión adecuadas para que puedan cumplir las previsiones de su legislación especial.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 6 de 100

- d. Sanitarios, asistenciales, sociales, religiosos, cementerios y cualesquiera otros que se consideren necesarios para el mejor desarrollo de los intereses comunitarios.
- Aquellas instalaciones y obras cuya implantación pueda influir de forma sustancial en el desarrollo del territorio, como centros productores de energía, embalses, líneas de conducción y distribución y análogas.

El Plan General define los sistemas relacionados en los párrafos anteriores con la precisión suficiente para poder permitir un adecuado desarrollo del Planeamiento en el Plan Parciales objeto del estudio.

Los equipamientos destinados a espacios libres y comunitarios que se fijan en el Plan Parcial, garantizarán en el Plan General la obtención del sistema general de espacios libres y equipamiento comunitario previsto.

### **2.2.3. LÍMITE TEMPORAL DEL PLAN GENERAL.**

El Plan General fija el límite temporal al que se refiere el conjunto de sus previsiones, a partir del cual, y según el grado de realización de éstas, deba procederse a su revisión.

Asimismo, establece las circunstancias en cuya virtud habrá de llevarse a cabo su revisión anticipada, fijando los márgenes de tolerancia admisibles para las desviaciones entre la evolución real y las previsiones del planeamiento que justificaron la clasificación del suelo o el modelo de desarrollo urbano inicialmente adoptado.

## **2.3. DOCUMENTACIÓN DEL PLAN GENERAL.**

### **2.3.1. MEMORIA Y ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS.**

La Memoria del Plan General establece las conclusiones de la información urbanística que condicionen la ordenación del territorio, analiza las distintas alternativas posibles y justifica el modelo elegido, las determinaciones de carácter general y las correspondientes a los distintos tipos y categorías de suelo.

Se refiere a los siguientes extremos:

- 1º. Justificación de la conveniencia y oportunidad de su formación.
- 2º. Información urbanística, acompañada de los estudios complementarios necesarios, que deberán considerar todos los aspectos que puedan condicionar o determinar el uso del territorio, y en todo caso los siguientes:
  - a. Planeamiento vigente con anterioridad.
  - b. Resultado del trámite de participación pública en el proceso de elaboración del Plan.
  - c. Características naturales del territorio como las geológicas, topográficas, climáticas y otras.
  - d. Aprovechamiento de que sea susceptible el territorio, desde el punto de vista agrícola, forestal, ganadero, cinegético, minero y otros.
  - e. Usos a que el terreno esté destinado, edificaciones e infraestructuras existentes en el mismo.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 7 de 100

- f. La diferente aptitud de los terrenos para su utilización urbana.
- g. Señalamiento de los valores paisajísticos, ecológicos, urbanos e históricos y artísticos, existentes en el ámbito territorial del Plan.
- h. Análisis de la posible incidencia de la legislación específica del patrimonio histórico-artístico y de la de carácter protector en materia de espacios naturales, montes, costas, aeropuertos, cauces públicos, embalses y defensa nacional, y cualquier otra del mismo carácter que sea de aplicación en el territorio objeto del Plan.
- i. Características de la población asentada sobre el territorio, sus condiciones económicas y sociales y las previsiones de su evolución.
- j. Obras programadas y política de inversiones públicas que pueden influir en el desarrollo urbano, en especial las previstas en el Plan Nacional de Ordenación, la planificación económica y social y, en su caso, en el Plan Director Territorial de Coordinación, así como las de cualquier otro Plan o proyecto de los órganos de la Administración del Estado, o de los entes locales o institucionales, que tengan relación con el territorio objeto de planeamiento.

3º. Objetivos y criterios de la ordenación del territorio.

4º. Examen y análisis ponderado de las diferentes alternativas contempladas.

5º. Justificación del modelo de desarrollo elegido y descripción de la ordenación propuesta.

6º. Justificación razonada del sistema de ponderación empleado para la elección de los parámetros aplicables en la obtención del aprovechamiento medio.

7º. También se especificarán las circunstancias a que se hace referencia en el apartado 1.2.3 en relación con la revisión del Plan.

### 2.3.2. PLANOS DE INFORMACIÓN.

Los planos de información del Plan General se redactarán a escala adecuada y reflejarán la situación del territorio a que se refieran en orden a sus características naturales y usos del suelo, con especial mención de los aprovechamientos agrícolas, forestales, ganaderos, cinegéticos, extractivos y otros infraestructura y servicios existentes, con indicación de su estado, capacidad y grado de utilización; y expresión del suelo ocupado por la edificación. Asimismo habrán de formularse, a escala adecuada, los planos que sean precisos para expresar pormenorizadamente el estado actual del suelo urbano en cuanto a su perímetro y a las características de las obras de urbanización y de las edificaciones existentes.

### 2.3.3. PLANOS DE ORDENACIÓN.

Los planos de ordenación del Plan General son los siguientes:

- A. Para todo el territorio comprendido en su ámbito y a escala conveniente:
  - a. Plano de clasificación del suelo, con expresión de las superficies asignadas a cada uno de los tipos y categorías del mismo.



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 8 de 100

- b. Plano de estructura orgánica del territorio, con señalamiento de los sistemas generales.
- c. Plano o planos de usos globales previstos para los distintos tipos y categorías de suelo.

B. Para suelo urbano, planos redactados a escala mínima 1:2.000 referidos a:

- a. Delimitación de los perímetros de los núcleos urbanos en el ámbito territorial del Plan.
- b. Áreas en la que se prevean operaciones de reforma interior, que requieran la formulación de un Plan Especial.
- c. Asignación de usos pormenorizados correspondientes a las diferentes zonas, definiendo de forma detallada la específica utilización de los terrenos incluidos en cada una de ellas.
- d. Delimitación de los espacios libres y zonas verdes destinados a parques y jardines públicos, así como las zonas deportivas, de recreo y expansión también públicas.

El Plan deberá puntualizar el carácter público o privado de la titularidad de cada una de las zonas deportivas, de recreo y expansión, diferenciándolas, en todo caso, de los espacios libres y zonas verdes destinadas a parques y jardines públicos.

- e. Emplazamiento reservado para templos, centros docentes, públicos o privados, asistenciales y sanitarios y demás servicios de interés público y social que formen parte del equipo urbano comunitario.
- f. Trazado y características de la red viaria y señalamiento de alineaciones y rasantes referido a la totalidad o parte de ese suelo, precisando en todo caso la anchura de los viales o definiendo el criterio para su fijación.
- g. Previsión de aparcamientos públicos.
- h. Evaluación de la ejecución de las obras de urbanización.

En aquellas áreas en las que el Plan General no señale alineaciones y rasantes, la escala mínima podrá ser de 1:5.000.

C. Para el suelo urbanizable sectorizado:

- a. Planos de situación a escala conveniente.
- b. Planos a escala mínima 1:5.000 referidos a:
  - i. Desarrollo de los sistemas de la estructura general de la ordenación urbanística del territorio con la precisión suficiente para permitir la redacción de Planes Parciales o Especiales.
  - ii. Fijación del aprovechamiento medio de la superficie total y de la de cada uno de los sectores, que no estén destinados en el Plan General a viales, parques y jardines públicos y demás servicios y dotaciones de interés general, homogeneizado dichos usos según sus valores relativos.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 9 de 100

- iii. Asignación de usos globales a las diferentes zonas.
- iv. División del territorio en sectores para el desarrollo de Planes Parciales.

D. Para el suelo urbanizable sin sectorizar:

- a. Planos de situación a escala adecuada.
- b. Planos a escala mínima 1:5.000 referidos a:
  - i. Delimitación de esta categoría de suelo, expresando el carácter excluyente, alternativo o compatible de los usos asignados en cada área.
  - ii. Señalamiento de los usos que sean incompatibles dentro de cada área o que sean incompatibles con los usos asignados al suelo urbano, urbanizable programado o no urbanizable.

E. Para suelo no urbanizable, plano de situación a escala conveniente, con expresión, en su caso, de las áreas de especial protección.

#### 2.3.4. NORMAS URBANÍSTICAS.

Las Normas Urbanísticas del Plan General diferenciarán el tratamiento aplicable a los distintos tipos y categorías de suelo.

En el suelo urbano las Normas Urbanísticas tendrán el carácter de Ordenanza de la Edificación y Uso del Suelo y contendrán la reglamentación detallada del uso pormenorizado, volumen y condiciones higiénico-sanitarias de los terrenos y construcciones, así como las características estéticas de la ordenación, de la edificación y de su entorno.

En suelo urbanizable sectorizado, las Normas Urbanísticas, además de regular, en concordancia con las calificaciones de suelo establecidas en los planos de ordenación, el régimen general de cada uno de los distintos usos de suelo y la edificación, establecerán las características de los sistemas generales incluidos en esta categoría de suelo y las exigencias mínimas, en lo referente a infraestructuras y servicios, a que se ha de ajustar el desarrollo de los Planes Parciales o, en su caso, los Planes Especiales.

En suelo urbanizable sin sectorizar, las Normas Urbanísticas expresarán las características, magnitudes y dotaciones de las actuaciones y definirán el concepto de núcleo de población.

En suelo no urbanizable, las Normas Urbanísticas reflejarán:

- 1º. Delimitación de las áreas que deban ser objeto de especial protección.
- 2º. Definición del concepto de núcleo de población, con base en las características propias del Municipio, estableciendo las condiciones objetivas que den lugar a su formación.
- 3º. Características de edificios y construcciones que puedan levantarse en función de los usos a que se destinen.

#### 2.3.5. ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE ESPECIAL PROTECCIÓN.

Se redactará un catálogo de construcciones y elementos naturales, históricos, artísticos o ambientales a proteger.



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 10 de 100

### 2.3.6. PROGRAMA DE ACTUACIÓN.

El Programa de actuación del Plan General establecerá:

- 1º. Los objetivos, directrices y estrategia de su desarrollo a largo plazo para todo el territorio comprendido en su ámbito.
- 2º. Las previsiones específicas concernientes a la realización de los sistemas generales.
- 3º. Las dos etapas cuatrienales en que han de desarrollarse las determinaciones en el suelo urbanizable sectorizado.
- 4º. Los plazos a que han de ajustarse las actuaciones previstas, en su caso, para completar la urbanización en suelo urbano o para realizar operaciones de reforma interior en este tipo de suelo.

### 2.3.7. ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO DEL PLAN GENERAL.

El estudio económico y financiero del Plan General contendrá:

- 1º. La evaluación económica de la ejecución de las obras de urbanización correspondientes a la estructura general y orgánica del territorio y a la implantación de los servicios, incluidos ambos en los programas cuatrienales correspondientes al suelo urbanizable sectorizado.
- 2º. La misma evaluación referida a las actuaciones que, en su caso, se hayan programado para el suelo urbano.
- 3º. La determinación del carácter público o privado de las inversiones a realizar para la ejecución de las previsiones del Plan General, expresadas en los apartados anteriores, con suficiente especificación de las obras y servicios que se atribuyen al sector público y privado e indicación, en el primer caso, de los Organismos o Entidades públicas que asumen el importe de la inversión.

## 3. GESTIÓN URBANÍSTICA.

### 3.1. PRINCIPIOS GENERALES.

La ejecución del Plan General se ha de llevar a cabo por las Entidades locales, así como la realización, a título de competencia propia o por encomienda del Estado, de obras y servicios previstos en el planeamiento de carácter superior.

Los Ayuntamientos podrán asumir las funciones de Gestión Urbanística a través de sus órganos de gobierno ordinarios o constituir Gerencias con este objeto. Para el desarrollo de actuaciones establecidas en el planeamiento, podrán igualmente crear órganos especiales de gestión, Fundaciones públicas de servicios, Sociedades, o utilizar las demás modalidades gestoras previstas en el Reglamento de Servicios de las Corporaciones Locales. En el caso particular del Ayuntamiento de Cartagena, las competencias de Gestión Urbanística son asumidas en la actualidad a través de la Gerencia Municipal de Urbanismo constituida al efecto.

### 3.2. GERENCIAS URBANÍSTICAS.



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 11 de 100

La Gerencia de Urbanismo, constituida por el Ayuntamiento de Cartagena, se crea para el mejor desarrollo de las competencias urbanísticas que el ordenamiento les haya confiado.

Así, el régimen de la Gerencia de Urbanismo lleva consigo una diferenciación orgánica y funcional respecto del Ayuntamiento de Cartagena, con personalidad y patrimonio propio.

Las Gerencias podrán tener una duración indefinida o temporal, quedando en este último caso extinguidas al finalizar los trabajos que les hubieren sido encomendados.

Para la institución de la Gerencia Municipal de Urbanismo, se ha seguido el siguiente procedimiento:

- a) El acuerdo de constitución se adoptó por la Corporación en pleno, así como sus Estatutos, adquiriendo personalidad jurídica mediante la inscripción en el Registro Municipal de Entidades Colaboradoras.
- b) A la petición se acompaña Memoria justificativa de la propuesta, con exposición de sus planes operativos y objetivos, régimen funcional y estudio económico – financiero con expresión de los recursos proyectados.
- c) El acuerdo por el que se constituye la Gerencia de Urbanismo determina las facultades del Gerente y el régimen de recursos contra sus actos y resoluciones, en los términos establecidos en la legislación de régimen local.

El Gerente se designa a propuesta de la Corporación. La designación podrá recaer en un miembro de la misma o en quien no ostentare tal carácter siempre que uno y otro estuvieren especialmente capacitados.

En la Gerencia se integran, además, de acuerdo con las posibilidades financieras de la Entidad creadora y, en su caso, de los auxilios económicos con que cuente, los efectivos personales, de carácter pluridisciplinar y especializado, que requiera la función ejecutiva y la de asesoramiento y apoyo a la actuación del Gerente.

Los Municipios podrán otorgar a las Gerencias urbanísticas todas o alguna de las facultades siguientes:

- a) Funciones instrumentales de carácter técnico, cuya decisión corresponda en último término al Ayuntamiento, tales como:
  - i. Elaborar proyectos de Planes de ordenación, estudios de detalle y proyectos de urbanización.
  - ii. Ejecutar Planes y programas.
  - iii. Redactar, tramitar y ejecutar proyectos de expropiación forzosa.
  - iv. Preparar y proponer a la aprobación de las autoridades competentes cualquier clase de documentos y proyectos de índole urbanística que deba redactar el Ayuntamiento.
- b) Funciones que impliquen ejercicio de autoridad y que le sean transferidas mediante descentralización funcional, como:
  - i. Señalamiento de alineaciones y rasantes.
  - ii. Concesión de licencias urbanísticas.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 12 de 100	

- iii. Expedición de cédulas urbanísticas.
- iv. Ejercicio de la inspección urbanística.
- c) La gestión del Patrimonio municipal del suelo, a cuyo fin podrá adquirir, poseer, reivindicar, administrar, gravar y enajenar toda clase de bienes, así como asumir titularidades fiduciarias de disposición, correspondiendo las dominicales al Municipio.

### **3.3. ENTIDADES URBANÍSTICAS COLABORADORAS.**

Los interesados podrán participar en la Gestión Urbanística mediante la creación de Entidades urbanísticas colaboradoras.

Son Entidades urbanísticas colaboradoras:

- a) Las Juntas de Compensación.
- b) Las Asociaciones administrativas de propietarios en el sistema de cooperación.
- c) Las Entidades de conservación.

### **3.4. EL PROGRAMA DE ACTUACIÓN.**

#### **3.4.1. DISPOSICIONES GENERALES.**

Los programas de actuación urbanística son instrumentos de gestión urbanística que tienen por objeto establecer las bases técnicas y económicas de las actuaciones en los sistemas de concertación, compensación, cooperación y concurrencia y tienen por finalidad la ordenación y urbanización de terrenos clasificados como suelo urbanizable sin sectorizar en el Plan General, sin que sean aplicables a otro tipo o categoría de suelo.

Los programas de actuación urbanística tendrán que acomodarse a las características técnicas y a las magnitudes señaladas en el Plan General y respetarán las previsiones en cuanto a las dotaciones, servicios y equipamientos que afecten al ámbito territorial del programa.

Ningún programa de actuación urbanística podrá alterar usos previstos en el Plan General ni admitir usos declarados incompatibles por el mismo. Tampoco podrán establecer aquellos otros que resulten incompatibles con la estructura urbanística general del territorio.

#### **3.4.2. ACTUACIONES PREPARATORIAS.**

Las Entidades locales, de oficio o a instancia de parte, podrán acordar que se incorpore la totalidad o parte del suelo urbanizable sin sectorizar al proceso de urbanización mediante la formulación de uno o varios programas de actuación urbanística. Este acuerdo deberá adoptarse con el quórum de los dos tercios de miembros de hecho, que representen mayoría absoluta de los que legalmente deben componer la Corporación.

El acuerdo determinará si la formulación del programa de actuación urbanística ha de llevarse a cabo directamente por la propia Entidad que lo hubiere adoptado o mediante la convocatoria del correspondiente concurso.

En el supuesto de formulación del programa de actuación urbanística por la Administración, la ejecución del mismo podrá, a su vez, llevarse a efecto directamente o

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 13 de 100

convocando un concurso exclusivamente para ello. Si la formulación del programa de actuación urbanística se adjudicase por concurso, la ejecución corresponderá, en todo caso, a quien resultara adjudicatario del mismo.

Si la Administración estima conveniente admitir a trámite la solicitud de formulación del programa de actuación urbanística, la someterá a información pública por plazo de un mes, mediante la inserción de anuncio en el «Boletín Oficial» de la provincia respectiva y en un periódico de los de mayor circulación de la provincia.

En el anuncio se harán constar las zonas que se hayan considerado, en principio, aptas para la localización de las actuaciones.

Durante el período señalado se podrán formular alegaciones fundadas en defectuosa apreciación de la clasificación del suelo, falta de justificación de las actuaciones por disconformidad con lo prevenido en el Plan general o inadecuación de las zonas designadas para la actuación pretendida.

Transcurrido el plazo de información, la Entidad local o urbanística especial competente rechazará o aceptará la solicitud y, en último caso, acordará lo procedente en cuanto a formulación y ejecución del programa de actuación urbanística.

### **3.4.3. FORMULACIÓN Y APROBACIÓN.**

Acordada la formulación y ejecución del programa de actuación urbanística mediante concurso, se redactarán las bases correspondientes, que habrán de contener las siguientes determinaciones:

- a) Las zonas aptas para la localización de las actuaciones.
- b) La magnitud de las superficies urbanizables.
- c) Las exigencias mínimas de planeamiento en relación con las determinaciones y criterios que haya establecido el Plan General.
- d) Los usos generales a que se destina la actuación, estableciendo, si fuera procedente, un esquema de zonificación o la distribución cuantitativa de aquéllos.
- e) La obligación de los adjudicatarios de construir un porcentaje de edificación en plazos determinados.
- f) Los precios máximos de venta o alquiler de las edificaciones, si se estima procedente.
- g) Las garantías exigibles para responder tanto de la formación del programa como de su ejecución, distinguiendo unas y otras.
- h) Las sanciones que procedan en caso de incumplimiento.
- i) Las demás circunstancias que configuren cada actuación.

Las obligaciones que deben asumir los adjudicatarios, en la ejecución de los programas de actuación urbanística, se establecerán también en las bases del concurso y se referirán a los siguientes aspectos:

- a) Cesión gratuita a la Entidad local o, en su caso, a la urbanística especial competente, de los terrenos destinados a viales, parques y jardines públicos y

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 14 de 100

demás servicios y dotaciones de interés general, con el alcance establecido en la Ley del Suelo, o en cuantía mayor si así lo determinara el Órgano urbanístico actuante.

- b) Construcción de la red viaria completa de la zona de actuación y de las redes de abastecimiento de agua y energía eléctrica, saneamiento, alumbrado público y demás servicios que en su caso, se prevean.
- c) Construcción de las necesarias conexiones, en el exterior de la zona de actuación, entre las redes señaladas en el número anterior y las generales del territorio.
- d) Previsión y ejecución del equipamiento adecuado a las dimensiones y finalidad de la actuación. Tratándose de uso residencial, consistirán como mínimo en la creación de espacios verdes públicos, incluidas la plantación de arbolado y jardinería en ellos y en los viales, si se previera, y en la construcción de Centros docentes, sociales y comerciales.
- e) Cesión gratuita del 10 por 100 del aprovechamiento medio establecido para el territorio o zona a que se refiera la actuación, con su correspondiente suelo, una vez descontadas las cesiones del apartado a) de este número. Esta cesión podrá ser sustituida, si así constare en el acuerdo aprobatorio de las bases, por las mayores obligaciones que estableciera la Entidad actuante.
- f) Cualesquiera otras obligaciones que la Entidad local o urbanística especial dispusiere en función del destino de la actuación o de la relación entre ella y el suelo urbano o urbanizable programado, aunque tales obligaciones hubieran de cumplirse fuera del ámbito territorial concreto a que afecte la unidad que se programe.

Respecto a las obligaciones de planeamiento a cargo de los adjudicatarios, las bases establecerán las siguientes:

- a) Acompañar a la oferta un avance de planeamiento.
- b) Presentar en el plazo que se establezca el programa de actuación urbanística y, asimismo, el Plan parcial que lo desarrolle, si se hubiere de ejecutar en una sola etapa, o el primero de los Planes parciales, si se previera la ejecución en varias etapas.
- c) Completar el planeamiento en los plazos que se señalen o, en su defecto, en función del programa de actuación urbanística, redactando y presentando los correspondientes Planes parciales y proyectos de urbanización, así como los documentos relativos a la reparcelación si procediere.
- d) Incluir los programas de edificación.

Elaboradas las bases, la Entidad local o urbanística especial que las haya redactado otorgará su aprobación inicial sometiéndolas a información pública por plazo de un mes, mediante inserción de anuncio en el «Boletín Oficial» de la provincia o provincias a que afecte la actuación. Igualmente deberá publicarse el anuncio al menos en uno de los periódicos de mayor circulación de la provincia o provincias afectadas.

Transcurrido ese plazo, las bases rectoras del concurso se aprobarán provisionalmente con las rectificaciones que procedan, y se elevarán Órgano competente de la Comunidad

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 15 de 100

Autónoma en materia de Ordenación Territorial, si afectan a capitales de provincia o Municipios de más de 50.000 habitantes, y a la Comisión Provincial de Urbanismo, en los demás casos.

En el plazo y con las condiciones establecidas en la Ley del Suelo, la Comisión Provincial de Urbanismo deberá citar la resolución que corresponda respecto a la aprobación definitiva de las bases.

Aprobadas las bases, se convocará el correspondiente concurso, con un plazo mínimo de dos meses y máximo de cuatro para la presentación de ofertas y del avance de planeamiento.

Los concursantes, en sus ofertas, podrán mejorar las condiciones establecidas en las bases, tanto en los aspectos técnicos como en los económicos, haciendo constar, razonadamente, en qué consisten esas mejoras.

La adjudicación del concurso se producirá dentro del plazo de cuatro meses, contado a partir de la fecha de la apertura de las proposiciones y se otorgará por la misma Entidad que lo convocó. En el acuerdo de adjudicación del concurso se determinará el sistema de actuación aplicable, si no hubiere sido establecido en las bases. En el mismo acuerdo se aprobará el avance de planeamiento, con las modificaciones que, en su caso, procedieran.

El adjudicatario del concurso presentará, en el plazo establecido en las bases, el correspondiente programa de actuación urbanística, de acuerdo con el avance de planeamiento aprobado.

Las Entidades locales o urbanísticas especiales sólo podrán denegar la aprobación inicial o provisional del programa de actuación urbanística cuando no se ajuste a los requisitos contenidos en las bases o a las determinaciones del Plan General. Podrán suspender el trámite hasta que se complete el expediente si faltare alguno de los documentos preceptivos señalados en las bases.

La falta de presentación del programa dentro del plazo establecido en las bases dará lugar a la resolución de la situación constituida.

La formulación del programa de actuación urbanística directamente por la propia Administración actuante se someterá a las mismas normas de competencia y procedimiento para su tramitación y aprobación que en los supuestos de convocatoria de concurso. Asimismo se aplicarán las mismas reglas de competencia y procedimiento cuando se trate del supuesto excepcional previsto en la Ley del Suelo.

#### **3.4.4. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE ACTUACIÓN.**

Las determinaciones de los programas de actuación urbanística se desarrollarán mediante la formulación de los correspondientes Planes Parciales, cuya aprobación podrá ser simultánea a la de aquéllos. En todo caso, se tramitarán y aprobarán conjuntamente el programa de actuación urbanística y el Plan parcial de la primera etapa o, en su caso, el de la única etapa que resulte prevista en el programa.

La ejecución de los Planes Parciales se ajustará al sistema de actuación que se haya establecido. Los adjudicatarios, en todo caso, se obligan a cumplir las obligaciones que, no hallándose especificadas en las bases, sean consecuencia del sistema aplicable.

En la ejecución de los sistemas generales que afecten a los enlaces con los del resto del Municipio en que se localice la actuación, se podrá utilizar la expropiación con independencia del sistema de actuación que se haya establecido para la ejecución del programa de actuación urbanística en su ámbito territorial propio.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 16 de 100

La Administración Local dispondrá de las facultades precisas para vigilar e inspeccionar las obras de urbanización y, en su caso, las de edificación, así como para fiscalizar la contabilidad de los adjudicatarios en los supuestos de que las bases establecieran precios máximos de venta de terrenos o de edificaciones o alquiler de las mismas.

La oposición del adjudicatario al ejercicio de tales facultades de la Administración podrá presumirse como incumplimiento grave de las obligaciones contraídas, con los efectos señalados en el apartado 3.5.4.1. En todo caso la resistencia será sancionada económicamente, sin perjuicio de las demás atribuciones de la Administración.

La aprobación de un programa de actuación urbanística implicará la declaración de utilidad pública y la necesidad de ocupación a los efectos de expropiación forzosa, no solamente del ámbito territorial concreto para el que se formuló, sino también de los terrenos necesarios para el enlace de la zona de actuación con los correspondientes elementos de los sistemas generales existentes en el exterior.

Para las actuaciones expropiatorias, cuando fueren necesarias, se seguirá el procedimiento establecido en la Ley del Suelo y en lo indicado anteriormente para el sistema de expropiación.

#### **3.4.4.1. Incumplimiento de las obligaciones del programa de actuación.**

El incumplimiento grave por los adjudicatarios de las obligaciones en la ejecución de los programas de actuación urbanística dará lugar a la caducidad del programa con relación a la parte pendiente de ejecución, sin perjuicio de las sanciones que procedan.

No obstante, si el incumplimiento de las obligaciones fuera calificado de leve, el adjudicatario podrá proseguir su ejecución si se garantiza su observancia suficientemente, a juicio de la Administración.

Las Entidades locales o urbanísticas especiales, cuando se haya resuelto la relación constituida con el adjudicatario de un programa de actuación urbanística, podrán acordar la ejecución directa respecto de la parte que haya quedado pendiente o convocar nuevo concurso para adjudicar lo que reste por ejecutar del programa. En tal concurso no se admitirán ofertas para programar otras zonas del territorio.

La Entidad administrativa que convocó el concurso podrá asumir la ejecución a título sustitutorio en caso de incumplimiento del adjudicatario, cargándole los gastos que se produzcan. El importe de estos gastos será exigible por vía de apremio.

Cuando el incumplimiento consistiera en la percepción de precios de suelo o de edificación superiores a los señalados en las bases, se impondrá la multa que proceda, con independencia de pasar el tanto de culpa a los Tribunales de Justicia, y sin perjuicio de la devolución a los adquirentes de lo cobrado indebida o excesivamente.

### **3.5. SISTEMAS DE ACTUACIÓN INTEGRADA.**

#### **3.5.1. DETERMINACIÓN DEL SISTEMA.**

La ejecución de los polígonos o unidades de actuación se desarrollarán mediante cualquiera de los siguientes sistemas de actuación:

1. De iniciativa privada:
  - a. Sistema de concertación directa.



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 17 de 100

b. Sistema de concertación indirecta.

c. Sistema de compensación.

2. De iniciativa pública:

a. Sistema de cooperación.

b. Sistema de concurrencia.

c. Sistema de expropiación.

d. Sistema de ocupación directa.

Los sistemas de actuación preferentes serán los de compensación y cooperación, salvo cuando razones de urgencia o necesidad debidamente motivadas exijan la aplicación del sistema de expropiación.

El sistema de actuación se determina en el plan o en el programa de actuación urbanística y, en su defecto, al delimitar el polígono o unidad de actuación.

Al determinar el sistema de actuación para cada uno de los polígonos o unidades de actuación, se justificará su viabilidad en función de las necesidades, medios económico – financieros con que cuente la Administración, colaboración de la iniciativa privada y las demás circunstancias que concurren en cada polígono, dando preferencia a los sistemas de iniciativa privada, salvo que razones de interés público demanden los sistemas de iniciativa pública.

No obstante, el sistema adoptado podrá ser objeto de modificación, de oficio o a solicitud de los interesados,

Si el plan o programa de actuación urbanística no contuviera ni la delimitación de los polígonos ni la determinación del sistema, éste se fijará en el mismo procedimiento de delimitación de aquéllos.

El sistema de actuación establecido en el plan o programa de actuación urbanística o fijado al delimitar el polígono o unidad de actuación podrá ser sustituido, de oficio o a petición de los interesados, en cuyo caso habrá de analizarse la repercusión del cambio de sistema en el estudio económico – financiero.

La aplicación del sistema de expropiación como sustitutivo del de compensación, por incumplimiento de las obligaciones de la Junta de Compensación o del propietario único, se determinará por la Administración, previo expediente en el que se señalen las causas del incumplimiento y se dé audiencia a la Junta o al propietario único.

### 3.5.2. DEL SISTEMA DE CONCERTACIÓN DIRECTA.

El Sistema de Concertación Directa podrá utilizarse cuando todos los terrenos de la Unidad de Actuación, excepto los de uso y dominio público, en su caso, pertenezcan a un único propietario, o bien cuando todos los propietarios de la Unidad garanticen solidariamente la actuación.

En el Sistema de Concertación Directa asumirá el papel de urbanizador el propietario único, o bien el conjunto de propietarios, de forma solidaria.

El Programa de Actuación deberá acreditar que los terrenos de la Unidad, excepto los de uso y dominio público, son propiedad de sus promotores, que deberán suscribir el oportuno

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 18 de 100

convenio de colaboración, mediante cualquiera de las formas jurídicas conformes a Derecho, pudiendo declararse innecesaria la reparcelación.

### **3.5.3. DEL SISTEMA DE CONCERTACIÓN INDIRECTA.**

Podrá utilizarse este sistema a solicitud de alguno de los propietarios que representen al menos el 25 por ciento de la superficie de la Unidad de Actuación, descontados los terrenos de dominio y uso público, en su caso, cuando no estuviera previsto el sistema de compensación o no se alcanzara acuerdo con el porcentaje de propietarios requerido para este sistema.

Recibida la solicitud, el Ayuntamiento iniciará el procedimiento en el que se promueva la concurrencia entre los propietarios incluidos dentro de la Unidad de Actuación, otorgando un plazo de tres meses para la presentación de Programas de Actuación, conforme a las bases del concurso y criterios de adjudicación fijados por la Administración.

El Programa que resulte seleccionado será objeto de la tramitación correspondiente, ostentando el adjudicatario del concurso la condición de urbanizador y siendo de aplicación las determinaciones del sistema de concurrencia regulado en la Ley del suelo de la Región de Murcia.

### **3.5.4. DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN.**

#### **3.5.4.1. Disposiciones generales en el Sistema de Compensación.**

El sistema de compensación tiene por objeto la gestión y ejecución de la urbanización de un polígono o unidad de actuación por los mismos propietarios del suelo comprendido en su perímetro, con solidaridad de beneficios y cargas.

Los propietarios de suelo incluidos en un polígono o unidad de actuación por el sistema de compensación, y los de suelo exterior al polígono ocupado para la ejecución de sistemas generales, que deban participar en el polígono o unidad de que se trate, deberán constituirse en Junta de Compensación para poder aplicar el sistema.

Se exceptúa del requisito del número anterior el supuesto de que todos los terrenos pertenezcan a un sólo propietario. Si todos los terrenos perteneciesen a una comunidad pro indiviso, ésta se considerará como propietario único a los efectos del sistema de compensación, si no existiese oposición por parte de ninguno de los condueños.

En otro caso, será preciso, para aplicar el sistema, constituirse en Junta de Compensación, con arreglo a las normas generales entendiéndose que la exigencia del porcentaje de superficie quedará cumplida cuando concurra el 60 por 100 de las cuotas de interés en el pro indiviso. Del mismo modo se procederá cuando apareciesen discrepancias entre los copropietarios en el curso de la aplicación del sistema para la ejecución del Plan.

#### **3.5.4.2. Sistema de Compensación definido en el Plan.**

Cuando el sistema de compensación venga establecido en el Plan para un determinado polígono o unidad de actuación y transcurriesen tres meses desde su aprobación definitiva sin que los propietarios que representen al menos el 60 por 100 de la superficie de aquellos hayan presentado el proyecto de estatutos y de bases de actuación, en los términos previstos en la sección tercera de este capítulo, la Administración requerirá a todos los propietarios afectados para que los presenten en el plazo de tres meses. El proyecto de estatutos y el de bases de actuación habrá de ser formulado por propietarios que representen al menos la indicada proporción de la superficie total del polígono o unidad de actuación.



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 19 de 100

Si no obstante el requerimiento, los propietarios no presentaran los documentos expresados, la Administración procederá a sustituir el sistema de compensación por alguno de los previstos en el apartado 3.4.1 para la ejecución de los planes.

#### **3.5.4.3. Sistema de Compensación no definido en el Plan.**

Cuando el sistema de compensación no estuviere determinado en el Plan, la solicitud de aplicación de dicho sistema se efectuará en el procedimiento de delimitación del polígono.

La solicitud deberá ir suscrita por propietarios que representen al menos el 60 por 100 de la superficie del polígono o unidad de actuación, y se trasladará mediante notificación personal o individualizada al resto de los propietarios, con derecho a formar parte de la Junta de Compensación, concediéndoles un plazo no inferior a quince días para que puedan formular las alegaciones que a su derecho convengan.

Para el cómputo del expresado porcentaje se tendrán en cuenta las superficies ocupadas para sistemas generales a propietarios de suelo exterior al polígono, que hayan de hacer efectivos sus derechos en el mismo.

Las alegaciones versarán sobre el cómputo de la superficie de los terrenos de los solicitantes, la legalidad de sus títulos de propiedad o sobre cualquier otra causa que pudiera impedir la preceptiva aplicación del sistema.

Recibidas las alegaciones, se dará audiencia en término de otros quince días a los solicitantes iniciales. La Administración acordará la aplicación del sistema si resulta justificada la titularidad de la superficie requerida.

Los titulares de terrenos cuya superficie no represente el 60 por 100 o más del polígono o unidad de actuación podrán también instar la aplicación del sistema de compensación en el procedimiento de delimitación del polígono.

La Administración dará trámite a la solicitud en los términos indicados anteriormente.

Tramitada la solicitud y analizadas las alegaciones de todos los que comparecieren en el expediente, la Administración determinará la aplicación del sistema de compensación cuando durante el período de alegaciones se hubieran adherido a la solicitud propietarios de terrenos cuya superficie, unida a la de los peticionarios, sea superior al 60 por 100 de la total del polígono o unidad de actuación.

#### **3.5.4.4. Constitución de la Junta de Compensación.**

El procedimiento de constitución de la Junta de Compensación se iniciará mediante acuerdo de la Administración por el que se aprueben inicialmente y se sometan a información pública los proyectos de estatutos y bases de actuación.

La redacción de los proyectos de los estatutos y de las bases de actuación corresponderá a los propietarios interesados que reúnan el porcentaje de superficie que da lugar a la aplicación del sistema de compensación.

El acuerdo de aprobación inicial, con los proyectos de estatutos y de bases de actuación, se publicará en el «Boletín Oficial» de la provincia y se notificará además individualizadamente a todos los propietarios afectados por el sistema de actuación, en cuya notificación se hará mención del «Boletín Oficial» en el que se inserte el aludido acuerdo. Serán propietarios afectados tanto los de suelo comprendido en el polígono o unidad de actuación como los de suelo destinado a sistemas generales que hayan de hacer efectivo su derecho en dicho polígono o unidad de actuación.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 20 de 100

Durante un plazo de quince días, contados a partir de la notificación, los propietarios podrán formular ante la Administración las alegaciones que a sus derechos convengan y, en su caso, solicitar su incorporación a la Junta.

También podrán formularse alegaciones por quienes no sean propietarios afectados, durante el plazo de quince días, contados desde la publicación en el «Boletín Oficial» de la provincia.

Transcurridos los plazos de alegaciones a que se refieren los números anteriores, la Administración aprobará definitivamente los Estatutos y las bases de actuación con las modificaciones que, en su caso, procedieren y designará su representante en el órgano rector de la Junta.

El acuerdo de aprobación definitiva se publicará en el «Boletín Oficial» de la provincia, expresando, si las hubiere, las modificaciones introducidas en los Estatutos o en las bases de actuación. Asimismo, se notificará individualizadamente con ese mismo contenido a los propietarios indicados en el número 3 del artículo anterior y a quienes hubieren comparecido en el expediente.

En la notificación del acuerdo de aprobación definitiva se requerirá a quienes sean propietarios afectados y no hubieren solicitado su incorporación a la Junta, para que así lo efectúen, si lo desean, en el plazo de un mes, contado desde la notificación, con la advertencia de expropiación.

Transcurridos los plazos, la Administración requerirá a los interesados para que constituyan la Junta de Compensación, mediante escritura pública en la que designarán los cargos del órgano rector, que habrán de recaer necesariamente en personas físicas.

La Junta quedará integrada por los propietarios de terrenos que hayan aceptado el sistema, por las Entidades públicas titulares de bienes incluidos en el polígono o unidad de actuación, ya tengan carácter demanial o patrimonial, y, en su caso, por las empresas urbanizadoras que se incorporen.

También tendrán derecho a formar parte de la Junta de Compensación los propietarios de suelo destinado a sistemas generales, cuando hayan de hacerse efectivos sus derechos en el polígono objeto de actuación por este sistema.

En la escritura de constitución deberá constar:

- Relación de los propietarios y, en su caso, empresas urbanizadoras.
- Relación de las fincas de las que son titulares.
- Personas que hayan sido designadas para ocupar los cargos del órgano rector.
- Acuerdo de constitución.

Los propietarios o interesados que no otorguen la escritura podrán consentir su incorporación en escritura en adhesión, dentro del plazo que al efecto se señale.

Se trasladará al órgano urbanístico actuante copia autorizada de la escritura y, en su caso, de las adhesiones, quien adoptará, si procede, acuerdo aprobatorio en plazo de treinta días.

Aprobada la constitución, el órgano elevará el acuerdo junto con la copia autorizada de la escritura a la Delegación Provincial del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo para su inscripción en el Registro de Entidades urbanísticas colaboradoras.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 21 de 100

Una vez inscrita la Junta de Compensación, la Delegación del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo lo notificará a su Presidente.

De las incidencias que se produzcan en la Junta de Compensación, tales como modificaciones de nombramientos en el órgano rector, incorporación de empresas urbanizadoras y cualesquiera otras que afecten a la composición de la Junta o de sus órganos directivos, se dará traslado al Registro de Entidades urbanísticas colaboradoras a través de la Administración.

En cualquier momento podrán incorporarse a la Junta de Compensación empresas urbanizadoras que hayan de participar con los propietarios en la gestión urbanística del polígono o unidad de actuación.

Si la incorporación tuviese lugar después de constituida la Junta, deberá realizarse conforme a las previsiones de los estatutos, y si éstos no contuvieran determinación bastante al respecto, se precisará su modificación, siguiéndose el mismo procedimiento que para la aprobación de los estatutos.

Constituida la Junta de Compensación, todos los terrenos comprendidos en el polígono o unidad de actuación quedarán directamente afectados al cumplimiento de las obligaciones inherentes al sistema.

Los terrenos propiedad de quienes no se hubieren incorporado a la Junta serán expropiados, atribuyéndose a ésta el carácter de beneficiaria de la expropiación. Esta misma regla se observará respecto de las titularidades de los propietarios que tengan derecho a formar parte de la Junta de Compensación y no acepten el sistema.

La afección de los terrenos comprendidos en un polígono o unidad de actuación al cumplimiento de las obligaciones inherentes al sistema de compensación se hará constar por nota marginal en el Registro de la Propiedad. Dicha nota se extenderá a instancia de la Junta de Compensación, con aportación de certificación administrativa de haber quedado constituida la Junta de Compensación y de estar la finca incluida en el polígono o unidad de actuación.

En los instrumentos que hayan de otorgarse para la transmisión del dominio de las fincas a favor de la Junta o para las agrupaciones de fincas se harán constar los bienes de dominio público que pudieran existir en el polígono o unidad de actuación, expresando su superficie y situación.

Las transmisiones de terrenos que se realicen como consecuencia de la constitución de la Junta de Compensación por aportación de los propietarios del polígono o unidad de actuación, en el caso de que así lo dispusieran los estatutos o en virtud de expropiación forzosa, y las adjudicaciones de solares que se efectúen a favor de los propietarios miembros de dichas Juntas y en proporción a los terrenos incorporados por aquéllos estarán exentas, con carácter permanente, del Impuesto General sobre Transmisiones Patrimoniales y del de Actos Jurídicos Documentados, y no tendrán la consideración de transmisiones de dominio a los efectos de exacción del arbitrio sobre el incremento del valor de los terrenos. Cuando el valor de los solares adjudicados a un propietario exceda del que proporcionalmente corresponda a los terrenos aportados por el mismo, se girarán las liquidaciones procedentes en cuanto al exceso.

#### **3.5.4.5. Proyecto de Compensación.**

De acuerdo con los criterios establecidos en las bases de actuación, la Junta formulará un proyecto de compensación que contendrá las determinaciones siguientes:

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 22 de 100

- a) Descripción de las propiedades antiguas, según los títulos aportados, con las correcciones procedentes, y, en defecto de títulos, según planos. Se expresarán las cargas y gravámenes, condiciones, sustituciones y demás derechos que las afecten; el respectivo propietario, si fuera conocido, la cuantía de su derecho en el proyecto de compensación, y el criterio utilizado para definirlo y cuantificarlo.

Cuando participen en el proyecto de compensación propietarios de suelo exterior al polígono, se describirán las fincas que les fueron ocupadas.

- b) Descripción de las fincas resultantes, incluyendo, en su caso, las que corresponden a la Administración del 10 por 100 del aprovechamiento medio, titulares a quienes se adjudiquen y concepto en que lo fueren. Se expresará respecto de cada finca la antigua a la que corresponda o el derecho que da lugar a la adjudicación; así como las cargas y gravámenes, condiciones, sustituciones y demás derechos que las afecten, por no ser incompatibles con el planeamiento.
- c) Localización de los terrenos de cesión obligatoria y de las reservas que establezca el plan.
- d) Superficies o parcelas que la propia Junta se reserve, en su caso, para enajenarlas directamente, con el fin de sufragar los gastos previstos de la urbanización.
- e) Compensaciones en metálico, si fuesen procedentes por diferencias en las adjudicaciones.

En los supuestos de propietario único, el proyecto de compensación se limitará a expresar la localización de los terrenos de cesión obligatoria y de las reservas que establezca el plan, así como la localización de las parcelas edificables, con señalamiento de aquellas en que se sitúe el 10 por 100 del aprovechamiento que corresponda a la Administración.

El proyecto de compensación se someterá, previa audiencia de todos los afectados por plazo de un mes, a aprobación de la Junta, debiendo adoptarse el correspondiente acuerdo por mayoría de sus miembros que a su vez represente los dos tercios de las cuotas de participación. El proyecto así tramitado se elevará a la aprobación definitiva de la Administración.

En los supuestos de propietario único, corresponderá a éste la formulación del proyecto de compensación y su elevación a la Administración para su aprobación, si procediere.

Una vez aprobado definitivamente el proyecto de compensación, el órgano administrativo actuante procederá a otorgar escritura pública o expedir documento con las solemnidades y requisitos dispuestos para las actas de sus acuerdos.

La aprobación definitiva del proyecto de compensación hecha por el órgano actuante produce los mismos efectos jurídicos que la aprobación definitiva del proyecto de reparcelación, inscribiéndose dicho acuerdo en el Registro de la Propiedad.

Las operaciones jurídicas complementarias que sean del caso, que no se opongan al proyecto de compensación ni al plan que se ejecute, una vez aprobadas por el órgano urbanístico, se formalizarán por la Junta de Compensación en escritura pública o en documento extendido por el órgano urbanístico actuante, con los requisitos y solemnidades propios de las actas de sus acuerdos, que se protocolizará notarialmente. En ambos casos se procederá a su inscripción en el Registro de la Propiedad.

### 3.5.5. DEL SISTEMA DE COOPERACIÓN.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 23 de 100

### **3.5.5.1. Disposiciones generales en el Sistema de Cooperación.**

En el sistema de cooperación, los propietarios del polígono o unidad de actuación aportan el suelo de cesión obligatoria, y la Administración ejecuta las obras de urbanización.

Los costes de urbanización serán a cargo de los propietarios afectados. La Administración, titular del 10 por 100 del aprovechamiento medio, participará en dichos costes en esa proporción.

La aplicación del sistema de cooperación exige la reparcelación de los terrenos comprendidos en el polígono o unidad de actuación, salvo que ésta sea innecesaria.

No podrán concederse licencias de edificación hasta que sea firme en vía administrativa el acuerdo aprobatorio de la reparcelación del polígono o unidad de actuación, cuando aquélla sea procedente.

Cuando las obras de urbanización se realicen por contrato, será de aplicación preferente el sistema de concurso subasta.

Si la Administración hubiera creado una Sociedad urbanizadora con capital perteneciente a la misma o participare mayoritariamente en una Empresa mixta con igual finalidad, la ejecución de las obras podrá llevarse a cabo por tales Empresas o Sociedades, sin necesidad del trámite de licitación cualquiera que fuere la cuantía económica de la obra de urbanización.

Los costes de urbanización se distribuirán entre los propietarios en proporción al valor de las fincas que les sean adjudicadas en la reparcelación.

Cuando la reparcelación sea innecesaria, los costes de urbanización se distribuirán entre los propietarios en proporción al aprovechamiento de sus respectivas fincas.

En el supuesto del número anterior, el acuerdo de la Administración por el que se declare innecesaria la reparcelación producirá los siguientes efectos:

- a) Cesión de derecho al Municipio en pleno dominio y libre de cargas de todos los terrenos de cesión obligatoria para su incorporación al patrimonio del suelo o su afectación conforme a los usos previstos en el plan.
- b) Afectación real de las fincas al cumplimiento de las cargas y pago de los gastos inherentes al sistema de cooperación.

El pago anticipado de las cantidades a cuenta de los gastos de urbanización, por el importe correspondiente a las inversiones a realizar en los seis meses siguientes, deberá efectuarse en el plazo de un mes desde el requerimiento que se formule por la Administración actuante. Transcurrido dicho plazo, la Administración podrá proceder a la exacción de las cuotas por la vía de apremio.

La Administración podrá conceder fraccionamientos o aplazamientos del pago de los costes de urbanización a solicitud de los interesados. Este aplazamiento no podrá ser superior a cinco años y el beneficiado deberá prestar garantía suficiente a juicio de la Administración.

Los aplazamientos en el plazo de las cuotas devengarán en favor de la Administración anualmente el tipo de interés básico del Banco de España.

Los propietarios que soliciten licencia para edificar antes de la total terminación de las obras de urbanización no podrán obtener aplazamiento o fraccionamiento de sus cuotas.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 24 de 100

### **3.5.5.2. Asociaciones administrativas de Cooperación.**

En el sistema de cooperación, los propietarios de las fincas de un polígono o unidad de actuación podrán constituir asociaciones administrativas con la finalidad de colaborar en la ejecución de las obras de urbanización. Las asociaciones administrativas de cooperación se formarán por iniciativa de los propietarios o de la Administración.

Las asociaciones administrativas de cooperación están constituidas por los propietarios de bienes que se incorporen a las mismas dentro de un polígono o unidad de actuación. La pertenencia a una asociación será voluntaria pero no podrá constituirse más de una en cada polígono o unidad de actuación.

Las normas o estatutos por los que haya de regirse la asociación serán sometidos a la aprobación de la Administración. Acordada, en su caso, la aprobación, se inscribirá en el Registro de Entidades Urbanísticas Colaboradoras.

Los propietarios constituidos en asociación elegirán de entre ellos un Presidente, que tendrá la representación de todos y a través del cual se establecerán las relaciones con la Administración.

Los acuerdos de la asociación administrativa de cooperación se adoptarán siempre por mayoría de los presentes, ejercitando voto personal.

Serán funciones de las asociaciones administrativas de cooperación las siguientes:

- a) Ofrecer a la Administración sugerencias referentes a la ejecución del plan en el polígono o unidad de actuación de que se trate.
- b) Auxiliar a la Administración en la vigilancia de la ejecución de las obras y dirigirse a ella denunciando los defectos que se observen y proponiendo medidas para el más correcto desarrollo de las obras.
- c) Colaborar con la Administración para el cobro de las cuotas de urbanización.
- d) Examinar la inversión de las cuotas de urbanización cuyo pago se haya anticipado, formulando ante la Administración los reparos oportunos.
- e) Gestionar la concesión de los beneficios fiscales que procedan.
- f) Promover con la Administración empresas mixtas para la ejecución de obras de urbanización en el polígono o unidad de actuación.

### **3.5.6. DEL SISTEMA DE CONCURRENCIA.**

#### **3.5.6.1. Disposiciones generales en el Sistema de Concurrencia.**

El Sistema de Concurrencia podrá utilizarse a iniciativa del Ayuntamiento, que, cuando existan circunstancias de urgencia, demanda de suelo o manifiesta inactividad de la iniciativa privada, elaborará y aprobará inicialmente un Programa de Actuación y convocará un concurso para la selección del urbanizador, simultáneo a la información pública.

En el Sistema de Concurrencia actuará como urbanizador el adjudicatario del concurso de selección citado en el apartado anterior.

Los propietarios podrán constituir asociaciones con carácter de entidad urbanística colaboradora, si bien ello no afectara a sus derechos y obligaciones como tales propietarios.



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 25 de 100

### **3.5.6.2. Particularidades del Programa de Actuación.**

En el Sistema de Concurrencia el Programa de Actuación será elaborado por el Ayuntamiento, conforme a lo dispuesto en el artículo anterior.

Mediante el acuerdo de aprobación inicial del Programa, el Ayuntamiento convocará un concurso para la selección del urbanizador, señalando, en su caso, el avance de planeamiento, y fijando criterios para su adjudicación, vinculados a las condiciones económicas y de colaboración de los propietarios y a la idoneidad de los terrenos de cesión, obras de urbanización y demás contenidos del Programa.

Durante el período de información pública, que será como mínimo de un mes, podrán presentarse tanto las alegaciones y sugerencias ordinarias, como alternativas al Programa, e igualmente proposiciones jurídico – económicas para la ejecución de la actuación, en plica cerrada.

La aprobación definitiva del Programa llevará aparejada la adjudicación y, por tanto, la condición de urbanizador, a quien presente la mejor propuesta, ya sea una proposición jurídico-económica sobre el Programa original o una alternativa con su propia proposición.

### **3.5.6.3. Ejecución de la actuación.**

El adjudicatario del Programa de Actuación, para acceder a la condición de urbanizador, debe suscribir los compromisos, asumir los deberes y prestar las garantías que se establezcan en el planeamiento, en el Programa aprobado y en el acuerdo de adjudicación, y podrá renunciar a la adjudicación cuando ésta suponga compromisos distintos de los que ofreció, con derecho, en este caso, a la devolución de las garantías prestadas.

Al urbanizador corresponde ejecutar la actuación, elaborando y tramitando, en su caso, el planeamiento de desarrollo y los proyectos de reparcelación y de urbanización, cuando no se contuvieran en el Programa de Actuación, así como financiar los gastos de urbanización, que le serán retribuidos por los propietarios mediante la cesión de solares urbanizados, o bien en metálico mediante cuotas de urbanización.

La retribución mediante solares se efectuará al término de la actuación, si bien cada propietario deberá decidir este modo de retribución en el período de información pública del proyecto de reparcelación. Una vez aprobado el proyecto de reparcelación, las fincas quedarán afectas a tal fin y al pago de los demás gastos de urbanización como carga real por importe cautelar estipulado en cuenta de liquidación provisional para cada propietario. Las variaciones en los gastos de urbanización, aprobadas y no imputables al urbanizador, se saldarán mediante compensaciones en metálico.

La retribución mediante cuotas de urbanización se realizará conforme a lo dispuesto al efecto en el Programa de Actuación o, en su caso, en el proyecto de reparcelación, o, en su defecto, previa aprobación separada de las cuotas por el Ayuntamiento, con audiencia a los propietarios. Asimismo el Ayuntamiento podrá, a instancia del urbanizador, imponer a los propietarios un canon o una garantía de urbanización para el abono de las cuotas, así como, en caso de impago, proceder a su ejecución forzosa con los intereses de demora correspondientes.

Ejecutada la actuación, los propietarios recibirán solares en proporción al aprovechamiento que les corresponda, y retribuirán al urbanizador cediéndole parte de los mismos, o bien en metálico mediante cuotas de urbanización, que se considerarán gastos de urbanización. Asimismo los propietarios podrán solicitar la expropiación de sus bienes y derechos afectados en beneficio del urbanizador, e igualmente el urbanizador podrá instar la

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 26 de 100

expropiación cuando los propietarios incumplan sus obligaciones. En ambos casos, el Ayuntamiento iniciará el procedimiento de expropiación antes de un mes desde la solicitud.

Las relaciones entre el urbanizador y los propietarios se atenderán a las determinaciones del planeamiento, del Programa de Actuación y del proyecto de reparcelación, respondiendo el urbanizador de los daños causados por la actuación, salvo cuando se deban al cumplimiento de las determinaciones de los instrumentos de planeamiento y gestión urbanísticos, o deriven de instrucciones adicionales del Ayuntamiento.

En caso de incumplimiento de los plazos señalados en el Programa de Actuación, si el mismo se debe a causas no imputables al urbanizador, el Ayuntamiento le concederá una prórroga de duración no superior al plazo incumplido. Si la prórroga no se concede o, si transcurrida, se mantiene el incumplimiento, el Ayuntamiento declarará la caducidad de la adjudicación.

### **3.5.7. DEL SISTEMA DE EXPROPIACIÓN.**

#### **3.5.7.1. Disposiciones generales en el Sistema de Expropiación.**

La expropiación forzosa por razón de urbanismo se adoptará para el cumplimiento de alguna de estas finalidades:

- a) Para la ejecución de los sistemas generales o de alguno de sus elementos o para llevar a efecto actuaciones aisladas en suelo urbano.
- b) Para la urbanización de polígonos o unidades de actuación completos, mediante la aplicación del sistema de expropiación para la ejecución del Plan de que se trate.

El incumplimiento de las cargas y obligaciones de los propietarios en los sistemas de compensación y cooperación, podrá dar lugar a la aplicación de la expropiación forzosa. La valoración de los bienes y derechos expropiados se hará conforme a los criterios establecidos en la Ley del Suelo y sus normas reglamentarias.

Cuando en la superficie delimitada existan bienes de dominio público y el destino de los mismos según el planeamiento sea distinto del que motivó su afectación o adscripción al uso general o a los servicios públicos, se seguirá el procedimiento previsto en la Ley de Patrimonio del Estado o, en su caso, en la legislación de régimen local.

Las vías rurales que se encuentren comprendidas en la superficie delimitada se entenderán de propiedad municipal, salvo prueba en contrario. En cuanto a las vías urbanas que desaparezcan, se entenderán transmitidas de pleno derecho al Organismo expropiante y subrogadas por las nuevas que resulten del planeamiento.

#### **3.5.7.2. La expropiación forzosa para la ejecución de sistemas generales y para actuaciones aisladas en suelo urbano.**

La expropiación forzosa para la adquisición de suelo y otros bienes o derechos, con el fin de ejecutar los sistemas generales o alguno de sus elementos, se regirá por el procedimiento de la Ley de Expropiación Forzosa.

A tal efecto, la Administración o, en su caso, el beneficiario de la expropiación, formulará la relación de propietarios con descripción de los bienes y derechos afectados conforme a los preceptos de la Ley de Expropiación Forzosa y la someterá a información pública por plazo de quince días, a los efectos y con las consecuencias del artículo 17 de la propia Ley. Transcurrido el trámite de información pública, y previo análisis de las alegaciones



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 27 de 100

y rectificaciones que procedan, la Administración aprobará la relación, siguiéndose los trámites con quienes aparezcan en ella como titulares de los bienes o derechos.

Lo dispuesto anteriormente será aplicable también a las expropiaciones requeridas para las actuaciones aisladas en suelo urbano.

El coste de las expropiaciones cuando se refieran a bienes y derechos cuya privación y ocupación temporal sean necesarias para la ejecución de los sistemas generales o de alguno de sus elementos o para realizar actuaciones aisladas en suelo urbano podrá ser repercutido sobre los propietarios que resulten especialmente beneficiados por la actuación urbanística, mediante la imposición de contribuciones especiales.

Las contribuciones especiales se tramitarán por el procedimiento establecido en la legislación de régimen local, con las especialidades contenidas en la Ley del Suelo.

### **3.5.7.3. Procedimiento del sistema de expropiación.**

La ejecución del Plan por el sistema de expropiación en un polígono o unidad de actuación determinado requerirá que la Administración, además de proceder a la delimitación de su ámbito territorial, formule, conforme a lo previsto en la legislación de expropiación forzosa, una relación de los propietarios existentes en dicho ámbito, con la descripción de los bienes y derechos afectados.

Para la determinación de los propietarios de bienes o titulares de derechos en un polígono de expropiación, a efectos de la relación señalada en el número anterior, se estará a lo que resulte de los Registros públicos.

El acuerdo de delimitación y la relación a que aluden los párrafos anteriores serán sometidos a información pública por plazo de quince días.

A la vista de las alegaciones formuladas por los interesados, y previas las comprobaciones pertinentes, se resolverá sobre la aprobación definitiva de la delimitación.

Si con posterioridad a la aprobación de la delimitación se acreditare en legal forma que la titularidad de un bien o derecho corresponde a persona distinta de la figurada en el expediente, se entenderán con ella las diligencias posteriores, sin que se retrotraigan las actuaciones ni se dé lugar a la nulidad de lo actuado.

Una vez delimitado un polígono de expropiación, no podrán levantarse construcciones sobre su superficie ni modificarse las existentes.

En supuestos concretos y excepcionales, siempre que la Administración Local no sea la expropiante, el Organismo expropiante podrá autorizar expresamente alguna o algunas obras, de cuya autorización se dará cuenta al Ayuntamiento a los efectos de concesión de la oportuna licencia.

En el sistema de expropiación, el expropiante podrá optar entre seguir la expropiación individualmente para cada finca o aplicar el procedimiento de tasación conjunta.

Si se optara por la expropiación individualizada para cada finca incluida en el polígono o unidad de actuación, se seguirá el procedimiento de la Ley de Expropiación Forzosa, pero los criterios de valoración serán los establecidos en la Ley del Suelo y disposiciones que la desarrollen.

Cuando se aplique el procedimiento de tasación conjunta, la Administración formará el expediente de expropiación, que contendrá, al menos, los siguientes documentos:

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 28 de 100

- a) Determinación del polígono, según la delimitación ya aprobada, con los documentos que lo identifiquen en cuanto a situación, superficie y linderos, acompañados de un plano de situación a escala 1:50.000 del término municipal y de un plano parcelario a escala 1:2.000 a 1:5.000.
- b) Fijación de precios con la clasificación razonada del suelo, según su calificación urbanística.
- c) Hojas de justiprecio individualizado de cada finca, en las que se contendrán no sólo el valor del suelo, sino también el correspondiente a las edificaciones, obras, instalaciones y plantaciones.
- d) Hojas de justiprecio que correspondan a otras indemnizaciones.

El proyecto de expropiación con los documentos señalados será expuesto al público por término de un mes, para que quienes puedan resultar interesados formulen las observaciones y reclamaciones que estimen convenientes, en particular en lo que concierne a titularidad o valoración de sus respectivos derechos.

La información pública se efectuará mediante la inserción de anuncios en el «Boletín Oficial del Estado», en el de la respectiva provincia y en un periódico de los de mayor circulación de la provincia.

Las tasaciones se notificarán individualmente a los que aparezcan como titulares de bienes o derechos en el expediente, mediante traslado literal de la correspondiente hoja de aprecio y de la propuesta de fijación de los criterios de valoración, para que puedan formular alegaciones en el plazo de un mes, contado a partir de la fecha de notificación.

Cuando el Órgano expropiante no sea el Ayuntamiento, se oirá a éste por igual término de un mes. El período de audiencia a la Administración municipal podrá coincidir en todo o parte con el de los interesados.

Informadas las alegaciones, se someterá el expediente a la aprobación de la Comisión Provincial de Urbanismo.

La resolución aprobatoria del expediente se notificará a los interesados titulares de bienes y derechos que figuran en el mismo, confiriéndoles un término de veinte días durante el cual podrán manifestar por escrito ante la Comisión Provincial de Urbanismo su disconformidad con la valoración establecida en el expediente aprobado.

La Comisión Provincial de Urbanismo dará traslado del expediente y la hoja de aprecio impugnada al Jurado Provincial de Expropiación Forzosa que tenga competencia en el ámbito territorial a que la expropiación se refiere, a efectos de fijar el justiprecio, que, en todo caso, se hará de acuerdo con los criterios de valoración establecidos en la Ley del Suelo.

Si los interesados no formularen oposición a la valoración en el citado plazo de veinte días se entenderá aceptada la que se fijó en el acto aprobatorio del expediente, entendiéndose determinado el justiprecio definitivamente y de conformidad.

La resolución de la Comisión Provincial de Urbanismo implicará la declaración de urgencia de la ocupación de los bienes y derechos afectados.

El pago o depósito del importe de la valoración establecida por la Comisión Provincial de Urbanismo en el acto de aprobación del expediente producirá los efectos previstos en los números 6, 7 y 8 del artículo 52 de la Ley de Expropiación Forzosa, sin perjuicio de que puedan seguir tramitándose los recursos procedentes respecto a la fijación del justiprecio.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 29 de 100

Los errores no denunciados y justificados en el plazo de información pública no darán lugar a nulidad o reposición de actuaciones, conservando, no obstante, los interesados el derecho a ser indemnizados en la forma que corresponda.

#### **3.5.7.4. Pago del justiprecio.**

Llegado el momento del pago del justiprecio, sólo se procederá a hacerlo efectivo, consignándose en caso contrario, a aquellos interesados que aporten certificación registral a su favor en la que conste haberse extendido la nota del artículo 32 del Reglamento Hipotecario o, en su defecto, aporten los títulos justificativos de su derecho, completados por certificaciones negativas del Registro de la Propiedad referidas a la misma finca descrita en tales títulos. Si existieren cargas, deberán comparecer también los titulares de las mismas.

Cuando existan pronunciamientos registrales contrarios a la realidad, podrá pagarse el justiprecio a quienes lo hayan rectificado o desvirtuado mediante cualquiera de los medios señalados en la legislación hipotecaria o con acta de notoriedad tramitada conforme al artículo 209 del Reglamento Notarial.

Si el expropiado no quisiera aceptar el justiprecio o no aportase títulos suficientes justificativos del dominio o existiere contienda respecto a la titularidad del bien o derecho expropiado o, en general, si concurriera alguno de los supuestos del artículo 51 del Reglamento de Expropiación Forzosa, la Administración consignará el importe del mismo en la Caja General de Depósitos.

La forma de consignación y los efectos, así como la facultad del expropiado de percibir la cantidad hasta el límite en que haya conformidad, sin perjuicio de proseguir las reclamaciones iniciadas, se regirá por los preceptos de la Ley de Expropiación Forzosa y su Reglamento.

El pago del justiprecio, tanto en las expropiaciones por aplicación del sistema de este nombre como en las individualizadas, se realizará en efectivo o bien de acuerdo con el expropiado, mediante permuta con otras parcelas del beneficiario de la expropiación.

En el caso de actuaciones urbanísticas de promoción pública en nuevos polígonos para la creación de suelo urbanizado, el pago del justiprecio de los bienes y derechos expropiados se podrá efectuar por la Administración expropiante, siempre que exista conformidad de los expropiados, con parcelas resultantes de la propia actuación. El acuerdo de los administrados para el pago en parcelas resultantes de la urbanización requerirá ofrecimiento por escrito de la Administración a petición, también por escrito del particular expropiado.

En ambos casos el particular o la Administración respectivamente, comunicará a la otra parte la decisión adoptada en plazo de quince días, contados a partir de la fecha del ofrecimiento o de la petición.

Aceptado el pago mediante la entrega de parcelas resultantes de la urbanización, la Administración levantará acta en la que se hagan constar las circunstancias de la finca inicial y el valor asignado en el acuerdo aprobatorio del justiprecio.

Finalizada la urbanización, se procederá al pago de la expropiación por entrega de la nueva finca por un valor equivalente al consignado en el acta.

La Administración expropiante otorgará la correspondiente escritura pública, en favor del expropiado, sin que para ello precise ninguna aprobación o autorización, en su caso, de Órganos de la Administración del Estado. La finca adjudicada en pago de la expropiada se entregará libre de cargas.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 30 de 100

El expropiado, si no estuviere conforme con la valoración de la finca que se le ofrece en pago de la expropiada, sin perjuicio de que se le adjudique, podrá acudir al Jurado Provincial de Expropiación Forzosa a fin de que se establezca el valor de la misma. Si la resolución fuera favorable a la petición del expropiado, la Administración le compensará la diferencia en metálico.

#### **3.5.7.5. Toma de posesión.**

Una vez efectuado el pago o consignación se podrán levantar una o más actas de ocupación e inscribir, como una o varias fincas registrales, la totalidad o parte de la superficie objeto de su actuación, sin que sea necesaria la previa inscripción de todas y cada una de las fincas expropiadas. El hecho de que alguna de estas fincas no estuviese inmatriculada no será obstáculo para que pueda practicarse directamente aquella inscripción. Al margen de la inscripción de las fincas agrupadas, y con efectos de transferencia, se extenderá la oportuna nota.

Si al procederse a la inscripción surgiesen dudas fundadas sobre si dentro de la superficie ocupada existiese alguna finca registral no tenida en cuenta en el expediente expropiatorio, sin perjuicio de practicarse la inscripción, se pondrá tal circunstancia en conocimiento del Organismo expropiante.

Finalizado el expediente expropiatorio, y una vez levantada el acta o actas de ocupación con los requisitos previstos en la legislación general de expropiación forzosa, se entenderá que la Administración ha adquirido, libre de cargas, la finca o fincas comprendidas en el expediente.

La Administración será mantenida en la posesión de las fincas, una vez inscrito su derecho, sin que quepa ejercitar ninguna acción real o interdictal contra la misma.

Si con posterioridad a la finalización del expediente, una vez levantada el acta de ocupación e inscritas las fincas o derechos en favor de la Administración, aparecieren terceros interesados no tenidos en cuenta en el expediente, éstos conservarán y podrán ejercitar cuantas acciones personales pudieren corresponderles para percibir el justiprecio o las indemnizaciones expropiatorias y discutir su cuantía.

En el supuesto de que una vez finalizado totalmente el expediente aparecieren fincas o derechos anteriormente inscritos no tenidos en cuenta, la Administración expropiante, de oficio o a instancia de parte interesada o del propio Registrador, solicitará de éste que practique la cancelación correspondiente. Los titulares de tales fincas o derechos deberán ser compensados por la Administración expropiante, que formulará un expediente complementario con las correspondientes hojas de aprecio, tramitándose según el procedimiento que se haya seguido para el resto de las fincas, sin perjuicio de que tales titulares puedan ejercitar cualquier otro tipo de acción que pudiera corresponderles.

Si el justiprecio se hubiera pagado a quien apareciere en el expediente como titular registral, la acción de los terceros no podrá dirigirse contra la Administración expropiante si éstos no comparecieron durante la tramitación, en tiempo hábil.

#### **3.5.8. DEL SISTEMA DE OCUPACION DIRECTA.**

##### **3.5.8.1. Disposiciones generales del sistema de Ocupación Directa.**

Podrán ser objeto de obtención por ocupación directa los terrenos reservados en el planeamiento para sistemas generales, mediante el reconocimiento formal a sus propietarios del derecho al aprovechamiento en la Unidad de Actuación a la que se vinculan.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 31 de 100

La ocupación directa requiere que esté aprobada la ordenación pormenorizada, tanto de los terrenos a ocupar, con determinación del aprovechamiento que corresponda a sus propietarios, como de la Unidad de Actuación en la que hayan de integrarse.

### **3.5.8.2. Procedimiento de ocupación.**

El procedimiento de ocupación directa se ajustará a las siguientes reglas:

- a) La relación de terrenos a ocupar, sus propietarios, el aprovechamiento que les corresponda y las Unidades de Actuación en las que hayan de integrarse, se publicarán en el Boletín Oficial de la Región y se notificará a dichos propietarios, otorgándoles un plazo de audiencia de quince días. Asimismo se notificará al Registro de la Propiedad, solicitando del mismo certificación de dominio y cargas de las fincas afectadas y la práctica de los asientos que correspondan.
- b) Terminado dicho plazo, se resolverán las alegaciones que se hayan presentado y se aprobará la correspondiente relación, levantándose posteriormente acta de ocupación, haciendo constar el lugar y fecha, las características de los terrenos y la descripción y cargas de los mismos, la identificación de los propietarios, el aprovechamiento que les corresponda y la Unidad de Actuación en la que hayan de integrarse.
- c) Cuando existan propietarios desconocidos, no comparecientes e incapacitados sin persona que los represente, o cuando se trate de propiedad litigiosa, las actuaciones señaladas se practicarán con intervención del Ministerio Fiscal.

El Ayuntamiento expedirá a favor de cada propietario certificación de los extremos señalados en el acta de ocupación, y remitirá copia al Registro de la Propiedad para inscribir a su favor la superficie ocupada.

Los propietarios afectados por estas ocupaciones tendrán derecho a indemnización por ocupación temporal, en los términos establecidos en la legislación del Estado.

Transcurridos cuatro años sin que se haya aprobado definitivamente el Proyecto de Reparcelación de la Unidad en la que se hayan integrado, los propietarios podrán advertir al Ayuntamiento de su propósito de iniciar el expediente de justiprecio, que se llevará a cabo por ministerio de la Ley, una vez transcurridos seis meses desde dicha advertencia.

En tal caso, el Ayuntamiento podrá hacer efectivo el justiprecio, previo acuerdo con el expropiado, mediante la adjudicación de terrenos del Patrimonio Municipal del Suelo.

## **3.6. EL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.**

### **3.6.1. DISPOSICIONES GENERALES.**

El Proyecto de Reparcelación tiene por objeto formalizar la gestión urbanística mediante la integración de todas las fincas comprendidas en una Unidad de Actuación, la determinación de las parcelas resultantes con sus parámetros urbanísticos y la concreción de los derechos y deberes de los propietarios originarios y de la Administración en cuanto al cumplimiento de la equidistribución de beneficios y cargas.

El Proyecto de Reparcelación tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- a) El derecho de los propietarios será proporcional a la superficie de las parcelas respectivas en el momento de aprobación de la delimitación de la Unidad de

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 32 de 100

Actuación. No obstante los propietarios, por unanimidad, podrán adoptar un criterio distinto.

- b) La valoración de las parcelas resultantes tendrá en cuenta el volumen edificable, el uso asignado por el Plan, la situación y cualquier otra característica diferencial, de conformidad con lo establecido en la legislación estatal.
- c) Las plantaciones, obras, edificaciones e instalaciones que no puedan conservarse se valorarán con independencia del suelo, y su importe se computará como gasto de urbanización.
- d) Las obras de urbanización compatibles con la ejecución del Plan serán consideradas como obras con cargo al proyecto, compensándose al propietario por su valor.
- e) Se procurará que las fincas adjudicadas estén situadas en lugar próximo al de las parcelas originarias del correspondiente propietario.
- f) No podrán adjudicarse como finca independiente superficies inferiores a la parcela mínima edificable o que no reúnan la configuración y características adecuadas para su edificación conforme al planeamiento.
- g) Cuando la escasa cuantía de los derechos de algunos propietarios no permita que se les adjudiquen fincas independientes a todos ellos, las parcelas resultantes se adjudicarán en pro indiviso a tales propietarios. No obstante, en estos casos y a solicitud de los propietarios, la adjudicación podrá sustituirse por una indemnización económica.
- h) No será objeto de adjudicación, conservándose las propiedades originarias, sin perjuicio de las compensaciones económicas que procedan, los terrenos edificados con arreglo al planeamiento.
- i) En la cuenta de liquidación del proyecto se incluirán las indemnizaciones que correspondan a las diferencias de adjudicación que se hayan producido, tanto por defecto como por exceso, valorándose al precio medio de las parcelas resultantes.
- j) El costo de las obras de urbanización se calculará con arreglo al presupuesto del proyecto de urbanización o mediante una cifra estimativa que establecerá razonadamente el propio proyecto de reparcelación.

### 3.6.2. CONTENIDO DEL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.

El Proyecto de Reparcelación contendrá los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva de las circunstancias y ámbito, y justificativa del cumplimiento de los criterios de valoración y adjudicación señalados en esta Ley.
- b) Relación de propietarios y titulares de derechos incluidos en su ámbito, con expresión de la naturaleza y cuantía de éstos, distinguiendo los que deben extinguirse con la ejecución del plan.
- c) Propuesta de adjudicación de fincas resultantes, con designación nominal de los adjudicatarios y expresión del aprovechamiento urbanístico correspondiente.
- d) Cuenta de liquidación provisional.



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 33 de 100

- e) Planos, a escala adecuada, de información, ordenación, parcelación originaria y resultante de la adjudicación.

### **3.6.3. ELABORACIÓN Y APROBACIÓN DEL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.**

El Proyecto de Reparcelación podrá tramitarse y aprobarse junto con el Programa de Actuación.

Cuando se tramite independientemente, se elaborará por quien corresponda según el sistema de actuación elegido y se aprobará inicialmente por el Ayuntamiento en el plazo máximo de dos meses desde la presentación del documento completo.

Aprobado inicialmente, el expediente se someterá a información pública durante veinte días como mínimo, mediante anuncio inserto en el Boletín Oficial de la Región y en dos de los diarios de mayor difusión regional, y se notificará individualizadamente a los titulares que consten en el proyecto.

La resolución definitiva deberá producirse en el plazo de tres meses desde la aprobación inicial y deberá ser notificada a todos los interesados y publicada en la forma prevista en el párrafo anterior.

En el caso de actuaciones por iniciativa privada, el transcurso del plazo fijado en el párrafo anterior sin que el promotor haya recibido la notificación del acto se entenderá recaída la aprobación definitiva.

### **3.6.4. EFECTOS Y FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.**

La aprobación del Proyecto de Reparcelación producirá los siguientes efectos inmediatos:

- Transmisión al Ayuntamiento, en pleno dominio y libres de cargas, gravámenes y ocupantes, de los terrenos que deban ser objeto de cesión, para su afectación a los usos previstos en el planeamiento y su incorporación al Patrimonio Municipal de Suelo, en su caso.
- Subrogación, con plena eficacia real, de las antiguas fincas por las nuevas siempre que quede establecida su correspondencia.
- Afectación real de las parcelas adjudicadas al cumplimiento de las cargas y al pago de los gastos inherentes al sistema de actuación correspondiente.

Una vez firme en vía administrativa la aprobación definitiva de la reparcelación, se procederá a otorgar documento público con las formalidades necesarias para su inscripción registral, de acuerdo con la normativa estatal.

## **4. EJECUCIÓN DE LA URBANIZACIÓN.**

### **4.1. EL PROYECTO DE URBANIZACIÓN.**

#### **4.1.1. DISPOSICIONES GENERALES.**

Los Proyectos de Urbanización tienen por objeto la ejecución integrada de las obras de urbanización incluidas en sectores o Unidades de Actuación en desarrollo de las previsiones

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 34 de 100

fijadas en el planeamiento, conteniendo la supresión de barreras arquitectónicas y garantizando la accesibilidad.

Los proyectos de urbanización no podrán modificar las previsiones del planeamiento que desarrollan, sin perjuicio de que puedan efectuar las adaptaciones exigidas por el desarrollo y ejecución material de las obras.

Los proyectos de urbanización comprenderán todos los documentos necesarios para la completa definición y ejecución de las obras comprendidas en su ámbito, incluyendo una memoria y anexos necesarios, plano de situación en relación con el planeamiento y planos de proyecto y de detalle, mediciones, cuadros de precios, presupuesto y pliego de condiciones de ejecución de las obras y servicios.

Los proyectos de urbanización serán elaborados por los propietarios, por el urbanizador o de oficio por la Administración, según proceda.

#### **4.1.2. GASTOS DE URBANIZACIÓN.**

Se consideran gastos de urbanización todos aquéllos requeridos por el planeamiento y, como mínimo, los siguientes:

- a) Ejecución o acondicionamiento de las vías públicas, incluida la pavimentación de calzadas y aceras, señalización y jardinería.
- b) Ejecución o adecuación de los servicios urbanos exigibles conforme al planeamiento urbanístico y, al menos, los siguientes:
  - 1º. Abastecimiento de agua potable, incluida su captación, depósito, tratamiento y distribución, así como las instalaciones de riego y los hidrantes contra incendios.
  - 2º. Saneamiento, incluidas las conducciones y colectores de evacuación, los sumideros para la recogida de aguas pluviales y las instalaciones de depuración.
  - 3º. Suministro de energía eléctrica, incluidas las instalaciones de conducción, transformación, distribución y alumbrado público.
  - 4º. Canalización e instalación de gas y de los demás servicios exigidos en cada caso por el planeamiento.
  - 5º. Suministro de medios audiovisuales, obligatorio a partir de la entrada en vigor de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones. (BOE núm. 264, de 4/11/2003).
- c) Ejecución de los espacios libres públicos, incluidos el mobiliario urbano, la jardinería y la plantación de arbolado y demás especies vegetales.
- d) Redacción y tramitación de Planes y proyectos, y todo tipo de honorarios facultativos que conlleve el proceso de urbanización y aquellos otros gastos justificados e imputables a tal fin.
- e) Las indemnizaciones a propietarios y arrendatarios y demás gastos que procedan para la extinción de servidumbres y derechos de arrendamiento, la destrucción de construcciones, instalaciones y plantaciones y el cese de actividades, incluso gastos de traslado, cuando cualquiera de ellos sea



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 35 de 100

incompatible con el planeamiento urbanístico o su ejecución, así como para satisfacer los derechos de realojo y retorno, cuando sean procedentes.

#### **4.1.3. GARANTÍA DE URBANIZACIÓN.**

Con el fin de asegurar el cumplimiento del deber de urbanizar, el urbanizador o el promotor de urbanizaciones de iniciativa particular deberá constituir una garantía equivalente al 10 por ciento de la evaluación económica de los costes de urbanización de cada unidad, una vez recaída la aprobación definitiva del programa de actuación y como requisito para su efectividad.

Cuando sea conveniente anticipar o diferir determinadas obras de urbanización y edificación respecto de la total ejecución de una actuación urbanística, el Ayuntamiento impondrá a la prestación una garantía que asegure la ejecución de dichas obras, de conformidad con el planeamiento y su adecuación a la gestión posterior.

Esta garantía se establecerá en un porcentaje correspondiente a su superficie sobre el valor estimado de las obras de la Unidad de Actuación. Si ésta no estuviera delimitada se aplicará un porcentaje equivalente al 5 por ciento del precio máximo vigente de vivienda de protección oficial por cada metro cuadrado de edificación.

En los supuestos de ejecución simultánea de urbanización y edificación, el Ayuntamiento exigirá al promotor de ésta, garantía en la cuantía del coste de los servicios urbanísticos necesarios para asegurar que, al término de la edificación, la parcela va a tener la condición de solar, así como el compromiso de no utilizar aquélla hasta que esté terminada la urbanización y de fijar esta condición en las cesiones de dominio o de uso de todo o parte del edificio.

#### **4.2. RECEPCION DE LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN.**

Una vez terminadas las obras de urbanización e instalaciones y dotaciones, en su caso, el urbanizador o los propietarios lo pondrán en conocimiento del Ayuntamiento para su cesión.

El Ayuntamiento, en el plazo de tres meses desde la recepción de la comunicación, deberá resolver, señalando fecha para formalizar el acta de cesión o bien requerir, la subsanación de las deficiencias advertidas que deban corregirse.

Transcurrido el plazo anterior sin que se hubiera notificado resolución expresa del Ayuntamiento, se considerará aceptada la cesión por silencio administrativo.

La recepción de las obras cedidas tendrá carácter provisional durante un año a contar desde el día siguiente de la formalización del acta de cesión o de la fecha en que se hubiera producido la aprobación por silencio administrativo.

Transcurrido el plazo del año sin notificación alguna del Ayuntamiento la recepción adquirirá carácter definitivo.

Con la recepción definitiva procederá la devolución de los avales o garantías constituidos y el reintegro, en su caso, de los gastos anticipados.

### **5. TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL.**

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 36 de 100

### **5.1. SELECCIÓN DE LA UBICACIÓN DE LA ZONA INDUSTRIAL.**

La zona industrial objeto de estudio se encuentra ubicada a la entrada de la localidad de Cabo de Palos, en el Término Municipal de Cartagena, junto a la carretera RM MU-312 de El Algar a Cabo de Palos, y se corresponde con las unidades de actuación SCP3.1 (UE 1 Plan Parcial “Sector CP3”) y SCP3.2 (UE 2 Plan Parcial “Sector CP3”) del vigente Plan General Municipal de Ordenación, aprobado definitivamente con fecha 27 de julio de 2012, según se señala en los planos nº 1 y 2 del Documento Planos y en la imagen mostrada.



**Imagen 1. Ámbito de estudio de la zona industrial**

### **5.2. TRAMITACIÓN DEL PROGRAMA DE ACTUACIÓN.**

La tramitación del programa de actuación de la zona industrial objeto de estudio se realizó conforme al trámite indicado en el apartado 3.4, aprobándose el Plan Parcial “Sector CP3” de Cabo de Palos con fecha 22 de julio de 1.999.

Con la aprobación definitiva de la Revisión del Plan General Municipal de Ordenación, las unidades de ejecución del Plan Parcial “Sector CP3” se integraron en el listado de unidades de actuación del vigente Plan General, al tiempo que se produjo una modificación de su delimitación, dando como resultado lo reflejado en el plano nº 4 del Documento Planos.

### **5.3. TRAMITACIÓN DEL PROYECTO DE REPARCELACIÓN.**

El Proyecto de Reparcelación de las unidades de actuación SCP3.1 y SCP3.2 de Cabo de Palos contendrá lo indicado en el apartado 3.6.2 del presente documento y su aprobación se llevará a cabo conforme al trámite indicado en el apartado 3.6.3 del mismo, partiendo de las fincas iniciales indicadas en el plano nº 3 del Documento Planos.

En el plano nº 4 se define una posible delimitación de las manzanas y parcelas resultantes de la zona industrial estudiada (ajustándose a lo definido por el Plan General vigente), para las que se indican las superficies adjudicadas a cada una de ellas y que servirán para determinar la demanda de potencia de las mismas.

### **5.4. DESARROLLO DEL PROYECTO DE URBANIZACIÓN.**

#### **5.4.1. PROGRAMA DE NECESIDADES.**

En un proyecto de urbanización, además de las instalaciones necesarias para el suministro de energía eléctrica se han de desarrollar las obras e instalaciones indicadas en el

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 37 de 100	

apartado 4.1.2 del presente documento, por lo que es preciso conocer los puntos de entronque de los diferentes servicios urbanísticos necesarios para que a la recepción de las obras proyectadas, las parcelas adquieran la condición de solar.

#### 5.4.1.1. Sistema de saneamiento.

Para definir el sistema de saneamiento, según se indica en la Ordenanza para la redacción de Proyectos de Urbanización, se considerará un consumo de agua de 250 l/habitante/día con un coeficiente de admisión de 0,8 y un número de 4,5 habitantes por vivienda.

Al desconocerse el número de trabajadores que desarrollarán la actividad de cada parcela, para determinar el consumo de aguas residuales, como caudal mínimo de cálculo se considerará 7 l/seg, por lo que la demanda de aguas residuales, considerando un funcionamiento de la instalación de 30 minutos, será:

Parcela	Tipo de suministro	Tiempo de funcionamiento (seg.)	Caudal (l/seg.)	Demanda (m³/día)
UPPER	Comercial	1.800	7,0	12,60
At1/1A	Industrial	1.800	7,0	12,60
At1/1B	Industrial	1.800	7,0	12,60
At1/1C	Industrial	1.800	7,0	12,60
NÁUTICA	Comercial	1.800	7,0	12,60
At1/2B	Industrial	1.800	7,0	12,60
At1/2C	Industrial	1.800	7,0	12,60
At1/2D	Industrial	1.800	7,0	12,60
At1/2E	Industrial	1.800	7,0	12,60
At1/3A	Industrial	1.800	7,0	12,60
At1/3C	Equipamiento	1.800	7,0	12,60
At2/1	Industrial	1.800	7,0	12,60
At2/2	Industrial	1.800	7,0	12,60
At2/3	Industrial	1.800	7,0	12,60
At2/4	Industrial	1.800	7,0	12,60
Total caudal demandado (m³/día)				189,00

#### 5.4.1.2. Sistema de recogida de aguas pluviales.

Para definir el sistema de recogida de pluviales, según se indica en la Ordenanza para la redacción de Proyectos de Urbanización, se realizará teniendo en cuenta la intensidad media horaria de un aguacero de duración el tiempo de concentración de la cuenca, la superficie del área de la cuenca vertiente y los coeficientes de escorrentía adecuados.

Para la determinación de la Intensidad media horaria se tendrá en cuenta que la intensidad horaria máxima de la zona es de 50 mm/día por metro cuadrado. La duración máxima del aguacero no excederá de 10 minutos y la intensidad media horaria no se considerará menor de 90 mm/hora por metro cuadrado, salvo justificación en contra.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 38 de 100	

Parcela	Tipo de suministro	Superficie (m <sup>2</sup> )	Caudal (mm/día/m <sup>2</sup> )	Caudal (mm/hora/m <sup>2</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> /día)
UPPER	Comercial	6.528,96	50	90	330,53
At1/1A	Industrial	3.033,25	50	90	153,56
At1/1B	Industrial	1.308,49	50	90	66,24
At1/1C	Industrial	1.588,69	50	90	80,43
NÁUTICA	Comercial	9.384,05	50	90	475,07
At1/2B	Industrial	8.482,38	50	90	429,42
At1/2C	Industrial	4.127,19	50	90	208,94
At1/2D	Industrial	1.800,25	50	90	91,14
At1/2E	Industrial	13.595,93	50	90	688,29
At1/3A	Industrial	5.646,02	50	90	285,83
At1/3C	Equipamiento	4.596,01	50	90	232,67
At2/1	Industrial	1.682,50	50	90	85,18
At2/2	Industrial	1.368,66	50	90	69,29
At2/3	Industrial	2.064,18	50	90	104,50
At2/4	Industrial	1.297,83	50	90	65,70
Total caudal demandado (m <sup>3</sup> /día)					3.366,78

Las aguas pluviales que discurran por el viario municipal cedido al Ayuntamiento en la Reparcelación se resolverán mediante escorrentía superficial.

#### 5.4.1.3. Sistema de abastecimiento de agua.

Según se indica en la Ordenanza para la redacción de Proyectos de Urbanización, para el cálculo del abastecimiento de agua se considerarán los caudales definidos para el cálculo de aguas residuales así como el consumo de espacios libres, que se estima en 2 l/m<sup>2</sup>/día.

Parcela	Tipo de suministro	Tiempo de funciona. (s)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Caudal (l/seg./día)	Demanda (m <sup>3</sup> /día)
UPPER	Comercial	1.800	6.528,96	7,0	12,60
At1/1A	Industrial	1.800	3.033,25	7,0	12,60
At1/1B	Industrial	1.800	1.308,49	7,0	12,60
At1/1C	Industrial	1.800	1.588,69	7,0	12,60
NÁUTICA	Comercial	1.800	9.384,05	7,0	12,60
At1/2B	Industrial	1.800	8.482,38	7,0	12,60
At1/2C	Industrial	1.800	4.127,19	7,0	12,60
At1/2D	Industrial	1.800	1.800,25	7,0	12,60
At1/2E	Industrial	1.800	13.595,93	7,0	12,60
At1/3A	Industrial	1.800	5.646,02	7,0	12,60
JAR/3B	Jardín	1.200	3.887,40	2 l/m <sup>2</sup> /día	7,78
At1/3C	Equipamiento	—	4.596,01	20 l/m <sup>2</sup> /día	110,30
JAR/4	Jardín	1.200	3.753,31	2 l/m <sup>2</sup> /día	7,51

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	
Pág. 39 de 100	

At2/1	Industrial	1.800	1.682,50	7,0	12,60
At2/2	Industrial	1.800	1.368,66	7,0	12,60
At2/3	Industrial	1.800	2.064,18	7,0	12,60
At2/4	Industrial	1.800	1.297,83	7,0	12,60
Total caudal demandado (m³/día)					301,99

#### 5.4.1.4. Demanda de energía eléctrica.

Ante la imposibilidad de determinar el número de edificaciones que se van a desarrollar en la zona de estudio, conforme a lo indicado en la ITC-BT 10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, la potencia demandada por las parcelas se va a definir a partir de la superficie de las mismas y del índice de edificabilidad, de cada una de ellas, que en el caso de las unidades de actuación SCP3.1 y SCP3.2 de Cabo de Palos es, en general, de 0,5 m²/m², existiendo alguna parcela cuyo índice de edificabilidad varía respecto del indicado y que se definirá más adelante.

Teniendo en cuenta que la asignación de potencia para instalaciones industriales es de 125 w/m², la potencia demandada para cada parcela es:

Parcela	Tipo de suministro	Asignación de potencia (w/m²)	Superficie (m²)	Edificabilidad (m²/m²)	Potencia (Kw)
UPPER	Comercial	–	–	–	Abastecida
At1/1A	Industrial	125	3.033,25	0,50	189,58
At1/1B	Industrial	125	1.308,49	0,70	114,49
At1/1C	Industrial	125	1.588,69	0,50	99,29
NÁUTICA	Comercial	–	–	–	Abastecida
At1/2B	Industrial	125	8.482,38	0,25	265,07
At1/2C	Industrial	125	4.127,19	0,50	257,95
At1/2D	Industrial	125	1.800,25	0,50	112,52
At1/2E	Industrial	125	13.595,93	0,50	849,75
JAR/4	Alumbrado	–	–	–	9,21
At1/3A	Industrial	125	5.646,02	0,50	352,88
At1/3C	Equipamiento	125	4.596,01	0,50	287,25
At2/1	Industrial	125	1.682,50	0,50	105,16
At2/2	Industrial	125	1.368,66	0,50	85,54
At2/3	Industrial	125	2.064,18	0,50	129,01
At2/4	Industrial	125	1.297,83	0,50	81,11
Total potencia instalada (Kw)					2.938,81

Además de la potencia indicada, se debe mantener la continuidad en el servicio de las instalaciones existentes.

De una parte se encuentra el centro de transformación interior existente “UPPER”, de cliente (o abonado) del supermercado, del cual no es posible conocer la potencia demandada por la instalación al ser datos internos de la compañía suministradora, y por tanto sujetos a la Ley de Protección de Datos. Sin embargo, se conoce que para este tipo de instalaciones la





TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 40 de 100

potencia máxima es de 630 KVA (567 Kw), siendo éste el suministro en alta tensión que se va a considerar en los cálculos correspondientes.

Por otro lado, existe un centro de transformación exterior de cliente (o abonado) del que no es posible conocer la potencia demandada por la instalación, por la razón expuesta en el párrafo anterior. Sin embargo, se conoce que la potencia máxima para un transformador de intermedia es de 160 KVA (144 Kw), siendo éste el suministro en alta tensión que se considere como potencia demandada por la instalación.

Por último, la potencia demandada por la instalación de alumbrado público exterior se conoce una vez se ha determinado la potencia a instalar en cada uno de los puntos de luz previstos para iluminar la zona estudiada, y que se define en el documento correspondiente.

Conforme a la normativa de la compañía suministradora de energía eléctrica, la totalidad de las redes eléctricas se deben ejecutar en anillo.

Además, según se indica en el artículo 2.26 de la Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización, se han de soterrar la totalidad de redes aéreas, eléctricas y de medios audiovisuales, que sobrevuelan la zona de estudio.

#### **5.4.2. ELABORACIÓN Y APROBACIÓN DEL PROYECTO DE URBANIZACIÓN.**

##### **5.4.2.1. Elaboración del Proyecto de Urbanización.**

Calculadas las necesidades para los diferentes servicios urbanísticos, se ha de remitir a las correspondientes empresas concesionarias de los mismos a fin de que definan los puntos de suministro.

Así mismo, se ha de remitir la documentación necesaria del ámbito de estudio a las compañías suministradoras de medios audiovisuales a fin de que definan las canalizaciones necesarias para el tendido de las mismas, las cuales se incorporarán al Proyecto de Urbanización redactado.

Una vez se obtienen los puntos de suministro, se redacta el Proyecto de Urbanización en base a las condiciones que se indican en los diferentes informes sectoriales.

En el proyecto se incluirá un plan de control en el que se indicarán, como mínimo, los ensayos y en el número que vienen definidos en el capítulo 3 de la Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización.

##### **5.4.2.2. Aprobación del Proyecto de Urbanización.**

Una vez redactado el Proyecto de Urbanización, podrá tramitarse y aprobarse junto con el Proyecto de Reparcelación.

Cuando se tramite independientemente, se aprobará inicialmente por el Ayuntamiento una vez se realice la presentación del documento completo.

El promotor o su representante presentarán ante la compañía suministradora de energía eléctrica copia de las instalaciones eléctricas proyectadas para su aprobación.

Por otro lado, se presentará copia íntegra del Proyecto de Urbanización ante aquellos organismos sectoriales que puedan quedar afectados por la ejecución de las obras.

Para la obtención de la Autorización Administrativa de cada una de las instalaciones de alta tensión proyectadas, se abonará tasa emitida por el Organismo competente en materia de

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 41 de 100

Industria y Energía, se presentará copia del proyecto y autorizaciones de los organismos afectados por la ejecución de los mismos, ante éste utilizando los modelos reflejados en el Anexo, adjuntando copia de la conformidad de la compañía suministradora.

Aprobado inicialmente, el Proyecto de Urbanización se someterá a información pública durante veinte días como mínimo, mediante anuncio inserto en el Boletín Oficial de la Región y en dos de los diarios de mayor difusión regional, y se notificará individualizadamente a los titulares de las fincas iniciales que consten en el Proyecto de Reparcelación.

En el plazo citado podrán presentarse cuantas alegaciones al proyecto aprobado sean oportunas, que deberán quedar resueltas conforme a lo establecido en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de *Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común*. Las alegaciones podrán ser estimadas o desestimadas; las que se consideren estimadas se incorporarán al documento definitivo.

Aportados los informes con las conformidades de las instalaciones proyectadas, las autorizaciones administrativas emitidas por el Organismo competente en materia de Industria y Energía y cualesquier otras autorizaciones sectoriales solicitadas de conformidad con lo proyectado, se procederá a emitir la resolución definitiva, que deberá ser notificada a todos los interesados y publicada mediante anuncio inserto en el Boletín Oficial de la Región.

En ningún caso se procederá a efectuar la resolución definitiva del Proyecto de Urbanización sin que previamente se resuelva definitivamente el Proyecto de Reparcelación.

Se visarán por el Colegio Profesional los proyectos de instalaciones y sus separatas o, en su defecto, el técnico redactor del mismo aportará Declaración responsable conforme al Anexo I de la Instrucción de la Dirección General de Industria, Energía y Minas sobre aplicación de la normativa reguladora de la obligatoriedad del visado colegial de los proyectos y certificados de obra relacionados con instalaciones sujetas a los reglamentos de seguridad industrial. Cualesquier otros documentos deberán estar visados por Colegio Profesional.

#### **5.4.3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE URBANIZACIÓN.**

En un plazo máximo de un mes, contado desde la publicación de la aprobación definitiva del Proyecto de Urbanización, se procederá a formalizar el Acta de Comprobación del Replanteo, que servirá de licencia para la ejecución de las obras definidas en el Proyecto, las cuales deberán quedar finalizadas en el plazo definido en dicho Acta, conforme a las condiciones definidas en el apartado 4 del presente documento.

Cualquier modificación sustancial (denominada así por el sobrecoste que conlleve a los titulares de las fincas o la importancia de las modificaciones) al Proyecto de Urbanización deberá ser tramitada conforme a lo descrito en el apartado 5.4.2.2.

#### **5.4.4. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN.**

##### **5.4.4.1. Cesión de las instalaciones.**

Finalizadas las instalaciones eléctricas proyectadas, y puesto que éstas van a ser utilizadas por más de un consumidor, se procederá a la cesión a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica de este tipo de instalaciones conforme a lo indicado en el artículo 9.3 del Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica.

##### **5.4.4.1.1. Acta de Confrontación.**

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 42 de 100

El trámite previo para la cesión de las instalaciones se inicia con la redacción y la formalización del Acta de Confrontación, a instancias del promotor y de acuerdo con la compañía suministradora de energía eléctrica, en el que se relacionan las instalaciones objeto de cesión, rubricada por el Promotor o su representante legal, por el gestor designado por compañía suministradora de energía eléctrica y por el representante de la empresa instaladora, que se adjunta en el documento Anexos.

El Acta de Confrontación deberá incorporar los planos definitivos acotados del trazado de cada una de las instalaciones proyectadas (en particular para cada uno de los anillos de la red de baja tensión), así como de las dimensiones de las parcelas en las que se ubican los centros de transformación y seccionamiento construidos, rubricados conforme a lo indicado en el párrafo anterior, y documento de inscripción en el Registro de la Propiedad de la cesión de la titularidad de las parcelas en las que se ubican los centros de transformación y seccionamiento ejecutados a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica.

#### **5.4.4.1.2. Documentación anexa para la cesión de las instalaciones a la compañía suministradora.**

Además del Acta de Confrontación, el Promotor aportará la siguiente documentación:

- a) Ensayo de las líneas subterráneas de alta tensión (20 KV) y de baja tensión (400/230 V).

El ensayo de las líneas, realizado por la empresa instaladora de las redes, atenderá a lo indicado en el manual técnico de la compañía suministradora, MT 2.33.15, como mínimo contendrá:

- i. Identificación del instrumental utilizado.
- ii. Para cada tramo de línea subterránea de alta tensión:
  - Características generales de la instalación.
  - Datos del conductor.
  - Medidas:
    - Verificación de la continuidad del conductor.
    - Verificación de la identificación de las fases.
    - Medida de la continuidad de las pantallas.
    - Medida de la resistencia óhmica de las pantallas.
    - Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta.
    - Ensayo de tensión en corriente alterna.
    - Ensayo de descargas parciales.
  - Resultado de la inspección.
- iii. Para cada tramo de los anillos de baja tensión:
  - Datos del conductor.
  - Medida de resistencia de aislamiento (tensión aplicada 1.000 V).
  - Ensayo de rigidez dieléctrica del aislamiento del conductor.

- b) Protocolos de los transformadores.

El protocolo de pruebas de los transformadores se lleva a cabo por el fabricante, atenderá a lo indicado en la norma de compañía suministradora NI 72.30.00 y como mínimo contendrá:

- Características generales del transformador.



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 43 de 100

- Ensayos dieléctricos.
- Relación de transformación.
- Grupo de conexión.
- Medidas:
  - Medida de las pérdidas y de la corriente de vacío.
  - Medida de las pérdidas debidas a la carga y tensión de cortocircuito.
  - Medida de la resistencia óhmica de los arrollamientos.
  - Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta.
  - Comparación de los valores obtenidos (extrapolados a 75° C).
- Resultado de la inspección.

#### 5.4.4.1.3. Acta de Cesión.

Realizada comprobación sobre el terreno de las instalaciones confrontadas, objeto de cesión, la compañía suministradora de energía eléctrica emitirá documento correspondiente al Acta de Cesión de las instalaciones, por el cual el Promotor cede tanto la titularidad como el futuro mantenimiento de las mismas a la compañía suministradora, que será rubricada por el Promotor y el Representante Legal de la compañía suministradora.

Formalizada la cesión, la compañía suministradora de energía eléctrica emite documento de inscripción y autorización de puesta en servicio de las instalaciones a su favor.

#### 5.4.4.2. Documentación para la recepción de las Obras de Urbanización.

Transcurrido el plazo y una vez finalizada la ejecución de las obras de urbanización en su totalidad, independientemente de si se han producido modificaciones sustanciales o no, se aportará la documentación indicada en el artículo 4.02 de la Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización, y que se relaciona a continuación:

1. Certificados final de obra de los Directores Técnicos de las obras.

Los documentos indicados serán aportados por los Técnicos:

- a. Director de Obra Civil.
- b. Director de obra para las instalaciones eléctricas.

Puesto que una parte del presente proyecto es la electrificación del área industrial seleccionada, los Certificados de Dirección Técnica de las instalaciones eléctricas se adjuntan en el documento Anexos.

Los Certificados de Dirección técnica de las instalaciones deberán ser visados por el Colegio Profesional o, en su defecto, el técnico redactor del mismo aportará Declaración responsable conforme al Anexo 2 de la Instrucción de la Dirección General de Industria, Energía y Minas sobre aplicación de la normativa reguladora de la obligatoriedad del visado colegial de los proyectos y certificados de obra relacionados con instalaciones sujetas a los reglamentos de seguridad industrial. Cualesquier otros Certificados de Dirección Técnica deberán estar visados por Colegio Profesional.

2. Planos definitivos de las obras o planos de liquidación debidamente suscritos por los Directores de las Obras y visados por el Colegio Profesional correspondiente. Estos planos reflejarán cualquier variación existente en las obras.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 44 de 100

3. Ensayos de control de calidad de las obras, de acuerdo al plan de control del proyecto aprobado, certificados por laboratorio homologado.
4. Pruebas de presión y estanqueidad de las conducciones puestas en obra de la red de aguas certificado por la empresa gestora de este servicio público.
5. Certificado de la empresa gestora del Servicio de Aguas o del Servicio Contraincendios Local de recepción de plano con nombres de calles y situación definitiva de los hidrantes instalados y pruebas de presión y caudal de los mismos.
6. Pruebas de estanqueidad de las Conducciones puestas en obra de la red de saneamiento certificado por la empresa gestora de este servicio público
7. Escrito de Iberdrola dando conformidad a la instalación de energía realizada e informando que las viviendas a construir o construidas no deberán abonar mas que los derechos de contratación para la obtención del contrato de suministro de energía, sin más gastos por obras o extensión de líneas.

El anterior documento se refiere al caso de edificaciones por lo que en el caso de la ejecución de obras de urbanización, la documentación anteriormente indicada se podrá sustituir por copia del Acta de Cesión de las instalaciones y documentación para la inscripción y puesta en servicio de las mismas.

8. Autorización Administrativa y Acta de puesta en marcha de la Consejería de Industria de las instalaciones de electrificación.

Para la obtención del Acta de Puesta en Servicio y Explotación se debe diferenciar si la instalación es de alta tensión o de baja tensión, ya que para las segundas no se hace necesaria la Autorización Administrativa requerida en el apartado 5.4.2.2.

La documentación a aportar será:

- a. Para instalaciones de alta tensión:

- Líneas de alta tensión.
  - Certificado de Dirección Técnica de la instalación.
  - Documento de solicitud de Autorización de Puesta en Marcha de la Instalación a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica.
  - Documento de Inscripción de la Instalación a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica.
- Centros de transformación y seccionamiento.
  - Certificado de Dirección Técnica de la instalación.
  - Documento de solicitud de Autorización de Puesta en Marcha de la Instalación a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica.
  - Documento de Inscripción de la Instalación a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica.
  - Protocolos de ensayos de los transformadores.

- b. Para instalaciones de baja tensión:

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 45 de 100

- Solicitud de autorización y aprobación de proyecto de instalación eléctrica para la línea subterránea de baja tensión.
  - Recibo de tasas, emitido por el Organismo competente en materia de Industria y Energía.
  - Proyecto técnico definitivo.
  - Certificado de Dirección Técnica de la instalación.
  - Certificado de instalación eléctrica.
  - Documento de solicitud de Autorización de Puesta en Marcha de la Instalación a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica.
  - Documento de Inscripción de la Instalación a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica.
  - Anexo de información al usuario para instalaciones de baja tensión.
9. Escrito de Telefónica dando conformidad a la instalación realizada e informando que no será necesario el tendido de línea aérea alguna para la instalación de teléfonos en las viviendas o locales.
10. Autorización de la Consejería de Industria de puesta en servicio de la instalación de alumbrado público.

Para la obtención del Acta de Puesta en Servicio y Explotación no se hace necesaria la Autorización Administrativa requerida en el apartado 5.4.2.2. La documentación a aportar será:

- Solicitud de autorización y aprobación de proyecto de instalación eléctrica para la línea subterránea de baja tensión.
  - Recibo de tasas, emitido por el Organismo competente en materia de Industria y Energía.
  - Proyecto técnico definitivo.
  - Certificado de Dirección Técnica de la instalación.
  - Certificado de instalación eléctrica.
  - Certificado de inspección inicial emitido por Organismo de Control Autorizado (OCA).
  - Documento de solicitud de Autorización de Puesta en Marcha de la Instalación a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica.
  - Documento de Inscripción de la Instalación a favor de la compañía suministradora de energía eléctrica.
  - Anexo de información al usuario para instalaciones de baja tensión.
11. Contrato de la instalación de alumbrado público suscrito entre el promotor y la compañía suministradora de energía eléctrica y autorización al Excmo. Ayuntamiento para el cambio de titularidad del mismo, debiéndose entregar instalación de alumbrado con la acometida y contadores instalados.

Para realizar la contratación de la instalación de alumbrado público se deberá aportar solicitud de suministro de la potencia a contratar, plano emitido por el Departamento de Estadística y Población en el que se indique la ubicación del punto de suministro de la instalación, Certificado de instalación eléctrica diligenciado por el Organismo competente en materia de Industria y Energía y abonar la tasa correspondiente a los derechos de contratación.

12. Se adjuntará la propuesta definitiva de regulación de tráfico de acuerdo a las condiciones que se impongan por el Servicio Municipal de Tráfico.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 46 de 100

13. Se aportará certificado de inspección del Órgano titular competente a la revisión de la instalación de gas, si se hubiese construido y la licencia de apertura.

Los documentos indicados en los apartados 5.4.4.1.1 y 5.4.4.2 se adjuntan en el documento Anexos.

## **6. CONCLUSIÓN.**

Con lo anteriormente expuesto y en unión de los documentos que se acompañan, se considera suficientemente descrito el procedimiento para la tramitación administrativa para el desarrollo de cualquier tipo de suelo susceptible de ser urbanizado para transformarlo en suelo urbano, los trámites ante los organismos, y en particular para el área industrial indicada en el apartado 5.1, así como la realización de los proyectos necesarios para electrificar el área objeto del Proyecto y su tramitación, quedando a su disposición para aclarar o ampliar aquello que estimen necesario.

Cartagena, Julio de 2013

EL INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo.: Luis Candela Sánchez

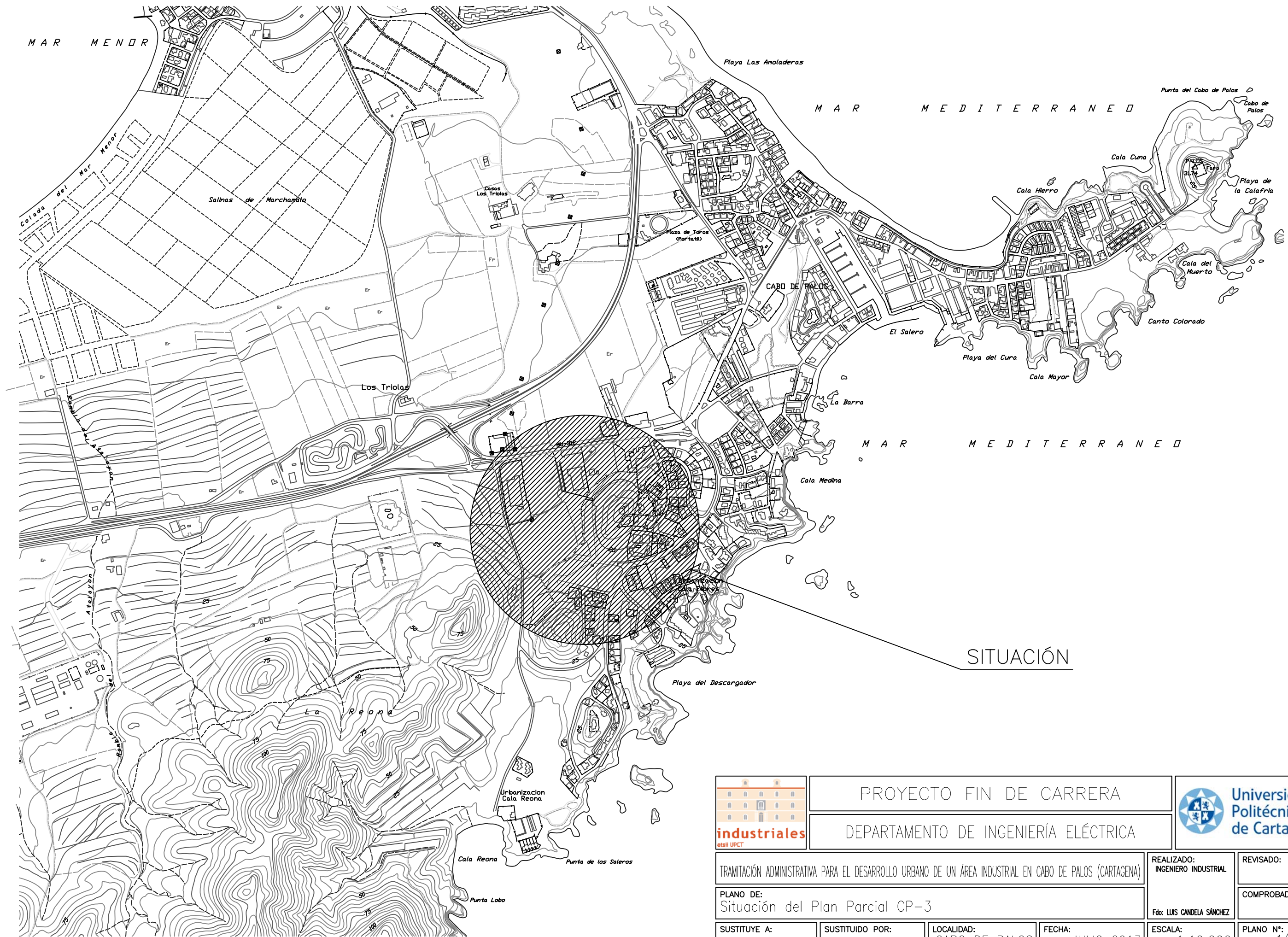
TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 47 de 100

## **PLANOS**

### ***LISTADO DE PLANOS.***

1. SITUACIÓN DEL PLAN PARCIAL CP-3.
2. EMPLAZAMIENTO DEL PLAN PARCIAL CP-3.
3. FINCAS INICIALES.
4. DELIMITACIÓN DE MANZANAS Y PARCELA Y SUPERFICIES ASIGNADAS.





SITUACIÓN



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Situación del Plan Parcial CP-3

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS



FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:10.000

PLANO N°:  
1(R0)





	PROYECTO FIN DE CARRERA			Universidad Politécnica de Cartagena	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA				
TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)			REALIZADO: INGENIERO INDUSTRIAL	REVISADO:	
PLANO DE: Emplazamiento del Plan Parcial CP-3			Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ	COMPROBADO:	
SUSTITUYE A:	SUSTITUIDO POR:	LOCALIDAD: CABO DE PALOS	FECHA: JULIO 2013	ESCALA: 1:2.500	PLANO N°: 2(R0)



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

REVISADO:

PLANO DE:  
Fincas iniciales

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

COMPROBADO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

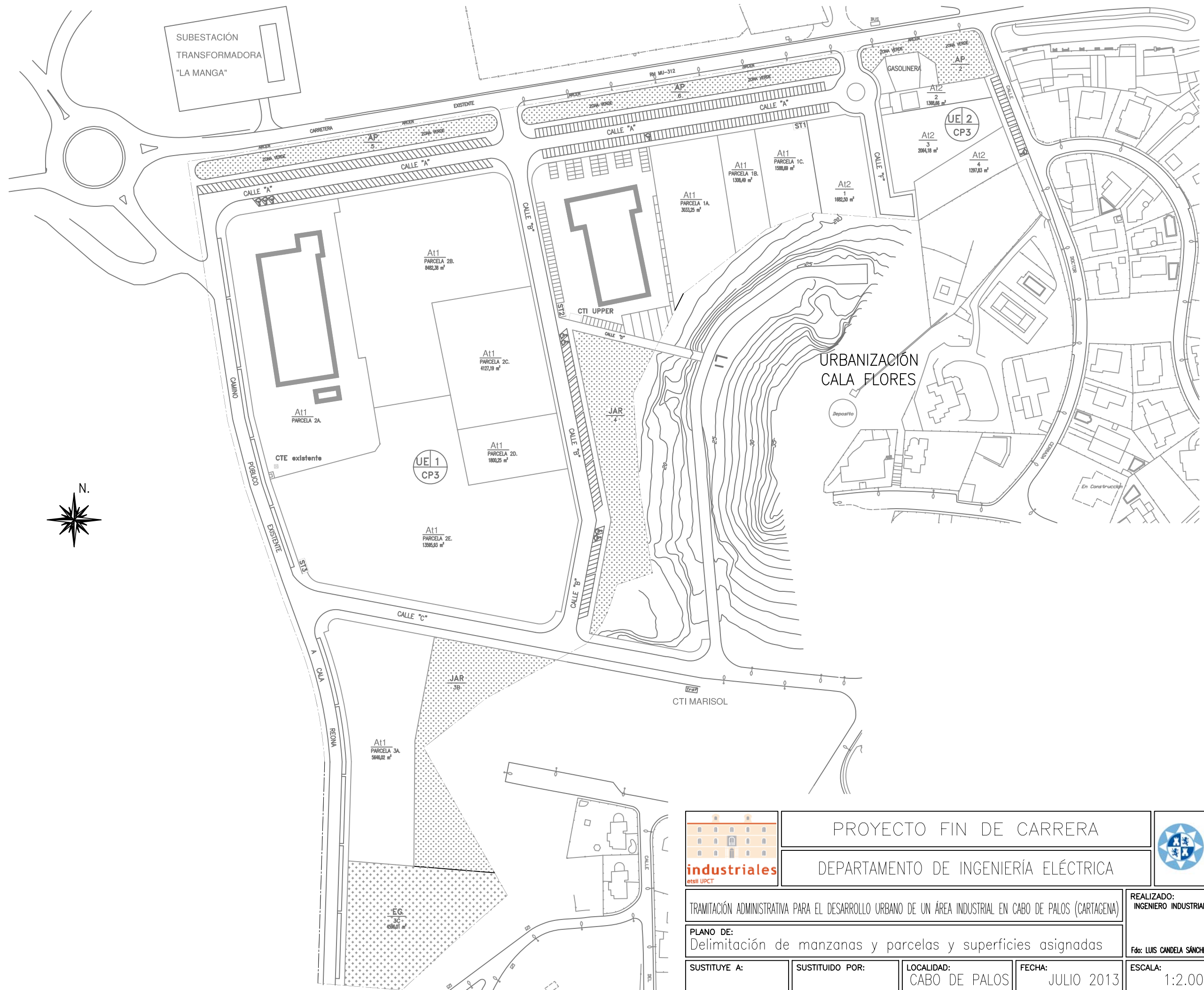
LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

ESCALA:  
1:2.000

PLANO N°:  
3(R0)





PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)

PLANO DE:  
Delimitación de manzanas y parcelas y superficies asignadas

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

LOCALIDAD:  
CABO DE PALOS

FECHA:  
JULIO 2013

REALIZADO:  
INGENIERO INDUSTRIAL

Fdo: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

ESCALA:  
1:2.000

REVISADO:

COMPROBADO:

PLANO N°:  
4(R0)

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 52 de 100

## **ANEXOS**

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 53 de 100

## **1. ACTA DE CONFRONTACIÓN.**

Expediente: (CÓDIGO INTERNO DE IBERDROLA S.A.U.)  
Nº de proyecto: (IDENTIFICACIÓN INTERNA DE IBERDROLA S.A.U.)

En Cartagena, a 31 de julio de 2013

## REUNIDOS

Representante del **DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**, con Cédula de Identificación Fiscal nº Q-8050013-E y domicilio social en la calle Doctor Fleming, s/n, CP 30.202, de Cartagena (Murcia).

Representante de **IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.**, con Cédula de Identificación Fiscal nº A-95.075.578 y domicilio social en C/ Sofía, S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza, CP 30.395, en Torreciega – Cartagena (Murcia).

Representante del **INSTALADOR AUTORIZADO**, con Cédula de Identificación Fiscal nº H-XX.XXX.XXX, como Instalador que ha llevado a cabo la ejecución de la obra, proceden al reconocimiento de las instalaciones y su confrontación con los proyectos de **Electrificación del Plan Parcial CP3 de Cabo de Palos, en el T.M. de Cartagena (Murcia)**, que han servido de base para su desarrollo.

Sobre el terreno se efectúa un minucioso examen de la obra ejecutada y su correspondencia con el proyecto aprobado por IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U. (SOCIEDAD UNIPERSONAL) resultando que se han realizado de acuerdo con el mismo y con las condiciones técnicas establecidas, sin que se observen faltas, averías o deterioros que hayan de ser subsanados por el instalador.

De las referidas operaciones se extiende la presente Acta de Confrontación, por duplicado ejemplar, que firman de conformidad los señores asistentes en el lugar y fecha indicados.

Por el DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
ELÉCTRICA

Por IBERDROLA, S.A.U.  
(SOCIEDAD UNIPERSONAL)

Por el Instalador  
INSTALADOR AUTORIZADO

## **INSTALACIONES CONFRONTADAS:**

### **L.A/S.A.T. 20 KV S/C ENTRE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA Y DE REPARTO "LA MANGA" Y APOYO Nº 11.792 DE LA LÍNEA AÉREA EXISTENTE "CALA FLORES"**

1.655 ml. de L.S.A.T. 20 KV Conductor HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240 mm<sup>2</sup> K) + H16 Marca GENERAL CABLE, PIRELLI o similar, en instalación subterránea bajo zanja normalizada, con entronque a centro de transformación mediante terminales normalizados a celdas de línea de aislamiento en SF6, e instalación de apoyo normalizado para entronque aéreo / subterráneo, con la distribución de tramos subterráneos y aéreo que se citan a continuación:

- 1º. Tramo subterráneo de 360 metros de longitud entre empalme seco / seco HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240 mm<sup>2</sup> K) + H16 a realizar en Subestación Transformadora y de Reparto "La Manga" y celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CTI nº 1 de 400 + 400 KVA.
- 2º. Tramo subterráneo de 270 metros de longitud entre celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CTI nº 1 de 400 + 400 KVA y celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CTI nº 2 de 400 + 400 KVA.
- 3º. Tramo subterráneo de 310 metros de longitud entre celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CTI nº 2 de 400 + 400 KVA y empalme seco / seco HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240 mm<sup>2</sup> K) + H16 a realizar para garantizar la continuidad de suministro en el CTI "Marisol".
- 4º. Tramo subterráneo de 400 metros de longitud entre celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CTI nº 2 de 400 + 400 KVA y celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CTI nº 3 de 630 + 400 KVA.
- 5º. Tramo subterráneo de 25 metros de longitud entre celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CTI nº 2 de 400 + 400 KVA y celda en SF6 existente en interior de CTI existente de abonado de 630 KVA.
- 6º. Tramo subterráneo de 70 metros de longitud entre celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CTI nº 3 de 630 + 400 KVA y celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CS.
- 7º. Tramo subterráneo de 180 metros de longitud entre celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CS y nuevo apoyo entronque aéreo / subterráneo C-4500-16E UNESA.
- 8º. Tramo subterráneo de 30 metros de longitud entre celda CGMCOSMOS en SF6 a instalar en interior de CS y nuevo apoyo entronque aéreo / subterráneo para CTE de abonado existente de 160 KVA.

#### **CTI nº1 de 400 + 400 KVA**

1 Ud. Centro de Transformación en caseta de obra civil tipo prefabricada modelo PF-2030 de la marca ORMAZABAL, con celdas de aislamiento en SF6 (2L+2P) de la marca ORMAZABAL, modelo CGMCOSMOS, Transformador de Potencia T1 marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora, de 400 KVA con relación de transformación 20.000 / B2 y aislamiento en baño de aceite, con número de fabricación XX.XXX, Transformador de Potencia T1 marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora, de 400 KVA con relación de transformación 20.000 / B2 y aislamiento en baño de aceite, con número de fabricación YY.YYY, cuadro de Baja Tensión 4 salidas marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora para Transformador T1 y cuadro de Baja Tensión 4 salidas marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora para Transformador T2.

#### **CTI nº2 de 400 + 400 KVA**

1 Ud. Centro de Transformación en caseta de obra civil tipo prefabricada modelo PF-2030 de la marca ORMAZABAL, con celdas de aislamiento en SF6 (3L+3P) de la marca ORMAZABAL, modelo CGMCOSMOS, Transformador de Potencia T1 marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora, de 400 KVA con relación de transformación 20.000 / B2 y aislamiento en baño de aceite, con número de fabricación XX.XXY, Transformador de

Potencia T1 marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora, de 400 KVA con relación de transformación 20.000 / B2 y aislamiento en baño de aceite, con número de fabricación YY.YYX, cuadro de Baja Tensión 4 salidas marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora para Transformador T1 y cuadro de Baja Tensión 4 salidas marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora para Transformador T2.

#### CTI nº3 de 630 + 400 KVA

1 Ud. Centro de Transformación en caseta de obra civil tipo prefabricada modelo PF-2030 de la marca ORMAZABAL, con celdas de aislamiento en SF6 (2L+2P) de la marca ORMAZABAL, modelo CGMCOSMOS, Transformador de Potencia T1 marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora, de 630 KVA con relación de transformación 20.000 / B2 y aislamiento en baño de aceite, con número de fabricación XX.XYY, Transformador de Potencia T1 marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora, de 400 KVA con relación de transformación 20.000 / B2 y aislamiento en baño de aceite, con número de fabricación YY.YXX, cuadro de Baja Tensión 4 salidas marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora para Transformador T1 y cuadro de Baja Tensión 4 salidas marca de reconocido prestigio, autorizada por la compañía suministradora para Transformador T2.

#### CS

1 Ud. Centro de Seccionamiento en caseta de obra civil tipo prefabricada modelo CMS-15 de la marca ORMAZABAL, con celdas de aislamiento en SF6 (2L+1P) de la marca ORMAZABAL, modelo CGMCOSMOS.

#### L.S.B.T. 400/230 V

959 ml. L.S.B.T. 400/230 V 3x(1x240) + 1x150 mm<sup>2</sup> Al. Conductor UNE RV 0,6/1 kV marca GENERAL CABLE, PIRELLI o similar (autorizada por la compañía suministradora) en instalación subterránea bajo zanja normalizada, con la distribución de líneas (según proyecto) que se citan a continuación:

- Anillo 1: 310 m.
  - Línea 01: 110 m.
  - Línea 02: 200 m.
- Anillo 2: 290 m.
  - Línea 03: 140 m.
  - Línea 04: 150 m.
- Anillo 3: 210 m.
  - Línea 11: 100 m.
  - Línea 12: 110 m.
- Anillo 4: 130 m.
  - Línea 13: 60 m.
  - Línea 14: 70 m.
- Anillo 5: 430 m.
  - Línea 01: 210 m.
  - Línea 02: 220 m.
- Anillo 6: 200 m.
  - Línea 03: 105 m.
  - Línea 04: 95 m.
- Anillo 7: 275 m.
  - Línea 11: 95 m.
  - Línea 12: 180 m.
- Anillo 8: 550 m.
  - Línea 13: 170 m.
  - Línea 14: 380 m.
- Anillo 9: 160 m.
  - Línea 01: 45 m.

- Línea 02: 115 m.
- Anillo 10: 560 m.
  - Línea 03: 315 m.
  - Línea 04: 245 m.
- Anillo 11: 410 m.
  - Línea 11: 290 m.
  - Línea 12: 120 m.
- Anillo 12: 240 m.
  - Línea 13: 150 m.
  - Línea 14: 90 m.
-



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 58 de 100

***2. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED AÉREO / SUBTERRÁNEA  
DE ALTA TENSIÓN.***



2E-AT

ILTMO. SR. DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS

**SOLICITUD DE AUTORIZACION Y APROBACION DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE ALTA TENSIÓN**

D. .... REPRESENTANTE LEGAL ....., domiciliado en ..... CALLE DOCTOR FLEMING ....., nº .... S/N .....,  
Pedanía ..... CARTAGENA ....., Municipio ..... CARTAGENA ....., con D.N.I. nº ..... 00.000.000 – X ....., actuando por sí mismo  
o en representación del titular (1), y según las vigentes disposiciones sobre Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión solicita de V.I., previos los  
trámites necesarios, solicita la autorización y aprobación de proyecto de ejecución de la instalación eléctrica de alta tensión que a continuación  
se detalla:

**DATOS IDENTIFICATIVOS (2)**

**TITULAR**

Nombre: DEPTO. DE ING<sup>a</sup>. ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA NIF/CIF: Q-8050013-E  
Dirección: ..... CALLE DOCTOR FLEMING ..... nº: .... S/N .... Pedanía: ..... CARTAGENA .....  
Municipio: ..... CARTAGENA ..... Provincia: ..... MURCIA ..... C.P. .... 30.202 .....  
Teléfono: ..... Dirección E-mail: .....

**- INSTALACION NUEVA:**

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Centro de transformación.                     | Tipo: <input type="checkbox"/> Interior.         | <input type="checkbox"/> Intemperie.             |
| <input checked="" type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.   | Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Aérea. | <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:  |  |

**- AMPLIACIÓN O MODIFICACION** de la instalación eléctrica de alta tensión con Registro en A.T. \_\_\_\_\_:

- |  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Centro de transformación.                     | Tipo: <input type="checkbox"/> Interior. | <input type="checkbox"/> Intemperie.  |
| <input type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.              | Tipo: <input type="checkbox"/> Aérea.    | <input type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:                                    |                                       |

**- DENOMINACION DEL PROYECTO:**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO / SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN  
PARCIAL CP-3 .....

- **SITUACION:** UNIDAD DE ACTUACION SCP3.1 (CABO DE PALOS) .....

- **TERMINOS MUNICIPALES AFECTADOS:** CARTAGENA .....

- **DESTINO:** ☐ Transporte. ☒ Distribución. ☐ Abonado.

- **Solicita el Reconocimiento en concreto de la Utilidad Pública:** ☐ Sí.  
☒ No.

Para ello, aporta la siguiente documentación:

- ☒ Tasas.  
☒ Proyecto Técnico proyectista: LUIS CANDELA SÁNCHEZ (INGENIERO INDUSTRIAL) .....  
☒ Permisos de paso de los afectados: INCLUIDO EN EL ANEXO Nº1 DEL PROYECTO .....  
☐ Separatas de cruce o paralelismo sobre bienes o instalaciones de los Organismos siguientes:

expresando en el reverso las características principales de la instalación cuya autorización se solicita.

En Murcia, a 31 de Julio de 2013.

Fdo.: REPRESENTANTE LEGAL

**Notas:** (1) En caso de no ser titular deberá presentar acreditación de representación mediante escrito de autorización y fotocopia del D.N.I. del titular.  
(2) Los datos de la casilla sombreada deben ser siempre consignados para que se pueda proceder a su tramitación.

Características principales de la instalación:

- a) Peticionario: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.
- b) Domicilio: CALLE DOCTOR FLEMING, S/N, CP 30.302, CARTAGENA.
- c) Lugar en que se va a establecer: UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN P.G.M.O. DE CARTAGENA.
- d) Términos municipales afectados: TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA.
- e) Finalidad: ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ALTA TENSIÓN A CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
- f) Presupuesto: 148.755,52 €

g) Línea eléctrica:

Tipo: AÉREO / SUBTERRÁNEA.

Origen: EMPALME EN STR "LA MANGA".

Final 1: EMPALME EN LSAT A CTI "MARISOL".

Final 2: CTI DE ABONADO EXISTENTE (630 KVA).

Final 3: NUEVO ENTRONQUE AÉREO/SUBTERRÁNEO A INSTALAR.

Final 4: CTE DE ABONADO EXISTENTE (160 KVA).

Longitud: 1.680 METROS.

Tensión máxima: 20.000 V.

Conductores:

Aéreos: 100-AI1/17-ST1A.

Subterráneos: HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240 mm<sup>2</sup> K) + H16 Al.

Aisladores: U70 YB 20 P.

Apoyos: C-4500-16E UNESA.

h) Centro de transformación:

Tipo:

Relación de transformación:

Potencia:

Otras características:

i) Central de generación de Energía Eléctrica:

Tipo:

Tensión:

Potencia:

Nº generadores:

Combustible:

Otras características:

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 60 de 100

### ***3. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA LA RED AÉREO / SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.***



**CERTIFICADO PARA INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN**

D/D<sup>a</sup> LUIS CANDELA SÁNCHEZ

Titulación: INGENIERO INDUSTRIAL

Colegiado/a nº X.XXX

por el Colegio Oficial de INGENIEROS INDUSTRIALES de la REGIÓN DE MURCIA.

En calidad de Director de la obra de la instalación relativa al Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED AÉREO / SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3

propiedad de: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

CIF/NIF: Q-3.050.013-E

emplazado en: UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN P.G.M.O. DE CARTAGENA

**C E R T I F I C A:**

La referida instalación, ya acabada, ha sido ejecutada bajo mi dirección técnica, ajustándose al proyecto AUTORIZADO ADMINISTRATIVAMENTE Y APROBADO con fecha 31 DE JULIO DE 2013 en la Dirección General de Industria Energía y Minas, con las variaciones indicadas al dorso.

La instalación ha sido realizada por el instalador autorizado: INSTALADOR AUTORIZADO en la categoría ESPECIALISTA y tipo I, II, III, V y VI con N° H-XX.XXX.XXX por la Comunidad Autónoma de la REGIÓN DE MURCIA.

Se han cumplido todos los requisitos exigidos en los vigentes: Reglamentos de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, y demás reglamentación aplicable a este tipo de instalaciones.

Se han efectuado con resultado satisfactorio las pruebas y reconocimientos reglamentarios cuyos resultados se adjuntan.

La instalación tiene las siguientes características:

- Tipo: ☒ Aérea ☒ Subterránea
- Nº de circuitos: 4
- Origen: Empalme en STR "La Manga"
- Final: Empalme en LSAT a CTI "Marisol", CTI de abonado existente (630 KVA), nuevo entronque A/S a instalar y CTE de abonado existente (160 KVA)
- Conductor subterráneo: HEPRZ1 12/20 kV 3x(1x240 mm<sup>2</sup> K) + H16 Al  
Longitud: 360 + 270 + 310 + 400 + 25 + 70 + 180 + 30 m
- Conductor aéreo: 100-Al1/17-ST1A  
Longitud: 90 m
- Apoyos: C-4500-16E UNESA
- Aisladores: U70 YB 20 P
- Uso: Suministro de energía eléctrica para: Suministro de energía eléctrica a urbanización.
- Tensión de suministro: 20 kV

Y para que conste ante la Dirección General de Industria, Energía y Minas, se expide el presente Certificado en CARTAGENA, a 31 DE JULIO DE 2013.

VISADO

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo.: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

**ILTMO. SR. DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS**  
Consejería de Universidades, Empresa e Investigación

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 62 de 100

***4. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN PARA CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Nº 1 DE 400 + 400 KVA.***



2E-AT

ILTMO. SR. DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS

**SOLICITUD DE AUTORIZACION Y APROBACION DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE ALTA TENSIÓN**

D. .... REPRESENTANTE LEGAL ....., domiciliado en ..... CALLE DOCTOR FLEMING ....., nº .... S/N .....,  
Pedanía ..... CARTAGENA ....., Municipio ..... CARTAGENA ....., con D.N.I. nº ..... 00.000.000 – X ....., actuando por sí mismo  
o en representación del titular (1), y según las vigentes disposiciones sobre Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión solicita de V.I., previos los  
trámites necesarios, solicita la autorización y aprobación de proyecto de ejecución de la instalación eléctrica de alta tensión que a continuación  
se detalla:

**DATOS IDENTIFICATIVOS (2)**

**TITULAR**

Nombre: DEPTO. DE ING<sup>a</sup>. ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA NIF/CIF: Q-8050013-E  
Dirección: ..... CALLE DOCTOR FLEMING ..... nº: .... S/N .... Pedanía: ..... CARTAGENA .....  
Municipio: ..... CARTAGENA ..... Provincia: ..... MURCIA ..... C.P. .... 30.202 .....  
Teléfono: ..... Dirección E-mail: .....

**- INSTALACION NUEVA:**

- |  |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Centro de transformación.          | Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Interior. | <input type="checkbox"/> Intemperie.  |
| <input type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.              | Tipo: <input type="checkbox"/> Aérea.               | <input type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:   |                                       |

**- AMPLIACIÓN O MODIFICACION** de la instalación eléctrica de alta tensión con Registro en A.T. \_\_\_\_\_:

- |  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Centro de transformación.                     | Tipo: <input type="checkbox"/> Interior. | <input type="checkbox"/> Intemperie.  |
| <input type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.              | Tipo: <input type="checkbox"/> Aérea.    | <input type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:                                    |                                       |

**- DENOMINACION DEL PROYECTO:**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº1 DE 400 + 400 KVA EN EL PLAN  
PARCIAL CP-3 .....

**- SITUACION:** PARCELA ST-1 DE LA UNIDAD DE ACTUACION SCP3.1 (CABO DE PALOS) .....

**- TERMINOS MUNICIPALES AFECTADOS:** CARTAGENA .....

**- DESTINO:** ☐ Transporte. ☒ Distribución. ☐ Abonado.

**- Solicita el Reconocimiento en concreto de la Utilidad Pública:** ☐ Sí.  
☒ No.

Para ello, aporta la siguiente documentación:

- ☒ Tasas.  
☒ Proyecto Técnico proyectista: LUIS CANDELA SÁNCHEZ (INGENIERO INDUSTRIAL) .....  
☐ Permisos de paso de los afectados.  
☐ Separatas de cruce o paralelismo sobre bienes o instalaciones de los Organismos siguientes:

expresando en el reverso las características principales de la instalación cuya autorización se solicita.

En Murcia, a 31 de Julio de 2013.

Fdo.: REPRESENTANTE LEGAL

**Notas:** (1) En caso de no ser titular deberá presentar acreditación de representación mediante escrito de autorización y fotocopia del D.N.I. del titular.  
(2) Los datos de la casilla sombreada deben ser siempre consignados para que se pueda proceder a su tramitación.



Características principales de la instalación:

- a) Peticionario: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.
- b) Domicilio: CALLE DOCTOR FLEMING, S/N, CP 30.302, CARTAGENA.
- c) Lugar en que se va a establecer: PARCELA ST-1 DE LA UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN P.G.M.O. DE CARTAGENA.
- d) Términos municipales afectados: TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA.
- e) Finalidad: ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN.
- f) Presupuesto: 61.081,00 €

g) Línea eléctrica:

Tipo:  
Origen:  
Final:  
Longitud:  
Tensión máxima:  
Conductores:  
Aisladores:  
Apoyos:

h) Centro de transformación:

Tipo: INTERIOR, EN CASETA PREFABRICADA TIPO PF-2030.  
Relación de transformación: 20.000 / 400 /230 VOLTIOS.  
Potencia: 400 + 400 KVA (TOTAL 800 KVA).  
Otras características:

i) Central de generación de Energía Eléctrica:

Tipo:  
Tensión:  
Potencia:  
Nº generadores:  
Combustible:  
Otras características:

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 64 de 100

**5. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 1 DE 400 + 400 KVA.**



**CERTIFICADO PARA INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN**

D/D<sup>a</sup> LUIS CANDELA SÁNCHEZ

Titulación: INGENIERO INDUSTRIAL

Colegiado/a n° X.XXX

por el Colegio Oficial de INGENIEROS INDUSTRIALES de la REGIÓN DE MURCIA.

En calidad de Director de la obra de la instalación relativa al Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°1 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3 propiedad de: DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA CIF/NIF: Q-3.050.013-E

emplazado en: PARCELA ST-1 DE LA UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN SE ESTABLECE EN P.G.M.O. DE CARTAGENA

**C E R T I F I C A:**

La referida instalación, ya acabada, ha sido ejecutada bajo mi dirección técnica, ajustándose al proyecto AUTORIZADO ADMINISTRATIVAMENTE Y APROBADO con fecha 31 DE JULIO DE 2013 en la Dirección General de Industria Energía y Minas, con las variaciones indicadas al dorso.

La instalación ha sido realizada por el instalador autorizado: INSTALADOR AUTORIZADO en la categoría ESPECIALISTA y tipo I, II, III, V y VI con N° H-XX.XXX.XXX por la Comunidad Autónoma de la REGIÓN DE MURCIA.

Se han cumplido todos los requisitos exigidos en los vigentes: Reglamentos de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, y demás reglamentación aplicable a este tipo de instalaciones.

Se han efectuado con resultado satisfactorio las pruebas y reconocimientos reglamentarios cuyos resultados se adjuntan.

La instalación tiene las siguientes características:

- Tipo: Edificio pref. de hormigón modelo PF-2030 Interior ☒ Intemperie ☐
- Relación de transformación: 20.000/400/230 V
- N° y Potencia de Transformadores: 400+400 KVA
- N° de celdas: 4 (2 de Línea + 2 de Protección) CGMCOSMOS
- Potencia total: 800 KVA
- Uso: Suministro de energía eléctrica para: ACOMETIDA EN BT A LA URBANIZACIÓN

Y para que conste ante la Dirección General de Industria, Energía y Minas, se expide el presente Certificado en CARTAGENA, a 31 DE JULIO DE 2013.

VISADO

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo.: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 66 de 100

**6. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN PARA CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Nº 2 DE 400 + 400 KVA.**



2E-AT

ILTMO. SR. DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS

**SOLICITUD DE AUTORIZACION Y APROBACION DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE ALTA TENSIÓN**

D. .... REPRESENTANTE LEGAL ....., domiciliado en ..... CALLE DOCTOR FLEMING ....., nº .... S/N .....,  
Pedanía ..... CARTAGENA ....., Municipio ..... CARTAGENA ....., con D.N.I. nº ..... 00.000.000 – X ....., actuando por sí mismo  
o en representación del titular (1), y según las vigentes disposiciones sobre Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión solicita de V.I., previos los  
trámites necesarios, solicita la autorización y aprobación de proyecto de ejecución de la instalación eléctrica de alta tensión que a continuación  
se detalla:

**DATOS IDENTIFICATIVOS (2)**

**TITULAR**

Nombre: DEPTO. DE ING<sup>a</sup>. ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA NIF/CIF: Q-8050013-E  
Dirección: ..... CALLE DOCTOR FLEMING ..... nº: .... S/N .... Pedanía: ..... CARTAGENA .....  
Municipio: ..... CARTAGENA ..... Provincia: ..... MURCIA ..... C.P. .... 30.202 .....  
Teléfono: ..... Dirección E-mail: .....

**- INSTALACION NUEVA:**

- |  |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Centro de transformación.          | Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Interior. | <input type="checkbox"/> Intemperie.  |
| <input type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.              | Tipo: <input type="checkbox"/> Aérea.               | <input type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:   |                                       |

**- AMPLIACIÓN O MODIFICACION** de la instalación eléctrica de alta tensión con Registro en A.T. \_\_\_\_\_:

- |  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Centro de transformación.                     | Tipo: <input type="checkbox"/> Interior. | <input type="checkbox"/> Intemperie.  |
| <input type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.              | Tipo: <input type="checkbox"/> Aérea.    | <input type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:                                    |                                       |

**- DENOMINACION DEL PROYECTO:**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400 + 400 KVA EN EL PLAN  
PARCIAL CP-3 .....

**- SITUACION:** PARCELA ST-2 DE LA UNIDAD DE ACTUACION SCP3.1 (CABO DE PALOS) .....

**- TERMINOS MUNICIPALES AFECTADOS:** CARTAGENA .....

**- DESTINO:** ☐ Transporte. ☒ Distribución. ☐ Abonado.

**- Solicita el Reconocimiento en concreto de la Utilidad Pública:** ☐ Sí.  
☒ No.

Para ello, aporta la siguiente documentación:

- ☒ Tasas.  
☒ Proyecto Técnico proyectista: LUIS CANDELA SÁNCHEZ (INGENIERO INDUSTRIAL) .....  
☐ Permisos de paso de los afectados.  
☐ Separatas de cruce o paralelismo sobre bienes o instalaciones de los Organismos siguientes:

expresando en el reverso las características principales de la instalación cuya autorización se solicita.

En Murcia, a 31 de Julio de 2013.

Fdo.: REPRESENTANTE LEGAL

**Notas:** (1) En caso de no ser titular deberá presentar acreditación de representación mediante escrito de autorización y fotocopia del D.N.I. del titular.  
(2) Los datos de la casilla sombreada deben ser siempre consignados para que se pueda proceder a su tramitación.

Características principales de la instalación:

- a) Peticionario: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.
- b) Domicilio: CALLE DOCTOR FLEMING, S/N, CP 30.302, CARTAGENA.
- c) Lugar en que se va a establecer: PARCELA ST-2 DE LA UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN P.G.M.O. DE CARTAGENA.
- d) Términos municipales afectados: TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA.
- e) Finalidad: ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN.
- f) Presupuesto: 67.256,00 €

g) Línea eléctrica:

Tipo:  
Origen:  
Final:  
Longitud:  
Tensión máxima:  
Conductores:  
Aisladores:  
Apoyos:

h) Centro de transformación:

Tipo: INTERIOR, EN CASETA PREFABRICADA TIPO PF-2030.  
Relación de transformación: 20.000 / 400 /230 VOLTIOS.  
Potencia: 400 + 400 KVA (TOTAL 800 KVA).  
Otras características:

i) Central de generación de Energía Eléctrica:

Tipo:  
Tensión:  
Potencia:  
Nº generadores:  
Combustible:  
Otras características:

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 68 de 100

***7. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 2 DE 400 + 400 KVA.***



**CERTIFICADO PARA INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN**

D/D<sup>a</sup> LUIS CANDELA SÁNCHEZ

Titulación: INGENIERO INDUSTRIAL

Colegiado/a nº X.XXX

por el Colegio Oficial de INGENIEROS INDUSTRIALES de la REGIÓN DE MURCIA.

En calidad de Director de la obra de la instalación relativa al Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº2 DE 400+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3 propiedad de: DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA CIF/NIF: Q-3.050.013-E

emplazado en: PARCELA ST-2 DE LA UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN SE ESTABLECE EN P.G.M.O. DE CARTAGENA

**C E R T I F I C A:**

La referida instalación, ya acabada, ha sido ejecutada bajo mi dirección técnica, ajustándose al proyecto AUTORIZADO ADMINISTRATIVAMENTE Y APROBADO con fecha 31 DE JULIO DE 2013 en la Dirección General de Industria Energía y Minas, con las variaciones indicadas al dorso.

La instalación ha sido realizada por el instalador autorizado: INSTALADOR AUTORIZADO en la categoría ESPECIALISTA y tipo I, II, III, V y VI con Nº H-XX.XXX.XXX por la Comunidad Autónoma de la REGIÓN DE MURCIA.

Se han cumplido todos los requisitos exigidos en los vigentes: Reglamentos de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, y demás reglamentación aplicable a este tipo de instalaciones.

Se han efectuado con resultado satisfactorio las pruebas y reconocimientos reglamentarios cuyos resultados se adjuntan.

La instalación tiene las siguientes características:

- Tipo: Edificio pref. de hormigón modelo PF-2030 Interior ☒ Intemperie ☐
- Relación de transformación: 20.000/400/230 V
- Nº y Potencia de Transformadores: 400+400 KVA
- Nº de celdas: 6 (3 de Línea + 3 de Protección) CGMCOSMOS
- Potencia total: 800 KVA
- Uso: Suministro de energía eléctrica para: ACOMETIDA EN AT Y BT A LA URBANIZACIÓN

Y para que conste ante la Dirección General de Industria, Energía y Minas, se expide el presente Certificado en CARTAGENA, a 31 DE JULIO DE 2013.

VISADO

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo.: LUIS CANDELA SÁNCHEZ



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 70 de 100

**8. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN PARA CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Nº 3 DE 630 + 400 KVA.**



2E-AT

ILTMO. SR. DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS

**SOLICITUD DE AUTORIZACION Y APROBACION DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE ALTA TENSIÓN**

D. .... REPRESENTANTE LEGAL ....., domiciliado en ..... CALLE DOCTOR FLEMING ....., nº .... S/N .....,  
Pedanía ..... CARTAGENA ....., Municipio ..... CARTAGENA ....., con D.N.I. nº ..... 00.000.000 – X ....., actuando por sí mismo  
o en representación del titular (1), y según las vigentes disposiciones sobre Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión solicita de V.I., previos los  
trámites necesarios, solicita la autorización y aprobación de proyecto de ejecución de la instalación eléctrica de alta tensión que a continuación  
se detalla:

**DATOS IDENTIFICATIVOS (2)**

**TITULAR**

Nombre: DEPTO. DE ING<sup>a</sup>. ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA NIF/CIF: Q-8050013-E  
Dirección: ..... CALLE DOCTOR FLEMING ..... nº: .... S/N .... Pedanía: ..... CARTAGENA .....  
Municipio: ..... CARTAGENA ..... Provincia: ..... MURCIA ..... C.P. .... 30.202 .....  
Teléfono: ..... Dirección E-mail: .....

**- INSTALACION NUEVA:**

- |  |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Centro de transformación.          | Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Interior. | <input type="checkbox"/> Intemperie.  |
| <input type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.              | Tipo: <input type="checkbox"/> Aérea.               | <input type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:   |                                       |

**- AMPLIACIÓN O MODIFICACION** de la instalación eléctrica de alta tensión con Registro en A.T. \_\_\_\_\_:

- |  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Centro de transformación.                     | Tipo: <input type="checkbox"/> Interior. | <input type="checkbox"/> Intemperie.  |
| <input type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.              | Tipo: <input type="checkbox"/> Aérea.    | <input type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:                                    |                                       |

**- DENOMINACION DEL PROYECTO:**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº3 DE 630 + 400 KVA EN EL PLAN  
PARCIAL CP-3 .....

**- SITUACION:** PARCELA ST-3 DE LA UNIDAD DE ACTUACION SCP3.1 (CABO DE PALOS) .....

**- TERMINOS MUNICIPALES AFECTADOS:** CARTAGENA .....

**- DESTINO:** ☐ Transporte. ☒ Distribución. ☐ Abonado.

**- Solicita el Reconocimiento en concreto de la Utilidad Pública:** ☐ Sí.  
☒ No.

Para ello, aporta la siguiente documentación:

- ☒ Tasas.
- ☒ Proyecto Técnico proyectista: LUIS CANDELA SÁNCHEZ (INGENIERO INDUSTRIAL) .....
- ☐ Permisos de paso de los afectados.
- ☐ Separatas de cruce o paralelismo sobre bienes o instalaciones de los Organismos siguientes:

expresando en el reverso las características principales de la instalación cuya autorización se solicita.

En Murcia, a 31 de Julio de 2013.

Fdo.: REPRESENTANTE LEGAL

**Notas:** (1) En caso de no ser titular deberá presentar acreditación de representación mediante escrito de autorización y fotocopia del D.N.I. del titular.  
(2) Los datos de la casilla sombreada deben ser siempre consignados para que se pueda proceder a su tramitación.

Características principales de la instalación:

- a) Peticionario: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.
- b) Domicilio: CALLE DOCTOR FLEMING, S/N, CP 30.302, CARTAGENA.
- c) Lugar en que se va a establecer: PARCELA ST-3 DE LA UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN P.G.M.O. DE CARTAGENA.
- d) Términos municipales afectados: TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA.
- e) Finalidad: ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN.
- f) Presupuesto: 64.806,00 €

g) Línea eléctrica:

Tipo:  
Origen:  
Final:  
Longitud:  
Tensión máxima:  
Conductores:  
Aisladores:  
Apoyos:

h) Centro de transformación:

Tipo: INTERIOR, EN CASETA PREFABRICADA TIPO PF-2030.  
Relación de transformación: 20.000 / 400 /230 VOLTIOS.  
Potencia: 630 + 400 KVA (TOTAL 1.030 KVA).  
Otras características:

i) Central de generación de Energía Eléctrica:

Tipo:  
Tensión:  
Potencia:  
Nº generadores:  
Combustible:  
Otras características:

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 72 de 100

**9. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº 3 DE 630 + 400 KVA.**



**CERTIFICADO PARA INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN**

D/D<sup>a</sup> LUIS CANDELA SÁNCHEZ

Titulación: INGENIERO INDUSTRIAL

Colegiado/a nº X.XXX

por el Colegio Oficial de INGENIEROS INDUSTRIALES de la REGIÓN DE MURCIA.

En calidad de Director de la obra de la instalación relativa al Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº3 DE 630+400 KVA EN EL PLAN PARCIAL CP-3 propiedad de: DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA CIF/NIF: Q-3.050.013-E

emplazado en: PARCELA ST-3 DE LA UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN SE ESTABLECE EN P.G.M.O. DE CARTAGENA

**C E R T I F I C A:**

La referida instalación, ya acabada, ha sido ejecutada bajo mi dirección técnica, ajustándose al proyecto AUTORIZADO ADMINISTRATIVAMENTE Y APROBADO con fecha 31 DE JULIO DE 2013 en la Dirección General de Industria Energía y Minas, con las variaciones indicadas al dorso.

La instalación ha sido realizada por el instalador autorizado: INSTALADOR AUTORIZADO en la categoría ESPECIALISTA y tipo I, II, III, V y VI con Nº H-XX.XXX.XXX por la Comunidad Autónoma de la REGIÓN DE MURCIA.

Se han cumplido todos los requisitos exigidos en los vigentes: Reglamentos de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, y demás reglamentación aplicable a este tipo de instalaciones.

Se han efectuado con resultado satisfactorio las pruebas y reconocimientos reglamentarios cuyos resultados se adjuntan.

La instalación tiene las siguientes características:

- Tipo: Edificio pref. de hormigón modelo PF-2030 Interior ☒ Intemperie ☐
- Relación de transformación: 20.000/400/230 V
- Nº y Potencia de Transformadores: 630+400 KVA
- Nº de celdas: 4 (2 de Línea + 2 de Protección) CGMCOSMOS
- Potencia total: 1.030 KVA
- Uso: Suministro de energía eléctrica para: ACOMETIDA EN BT A LA URBANIZACIÓN

Y para que conste ante la Dirección General de Industria, Energía y Minas, se expide el presente Certificado en CARTAGENA, a 31 DE JULIO DE 2013.

VISADO

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo.: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 74 de 100

**10. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN PARA CENTRO DE  
SECCIONAMIENTO.**



2E-AT

ILTMO. SR. DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS

**SOLICITUD DE AUTORIZACION Y APROBACION DE PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE ALTA TENSIÓN**

D. .... REPRESENTANTE LEGAL ....., domiciliado en ..... CALLE DOCTOR FLEMING ....., nº .... S/N .....,  
Pedanía ..... CARTAGENA ....., Municipio ..... CARTAGENA ....., con D.N.I. nº ..... 00.000.000 – X ....., actuando por sí mismo  
o en representación del titular (1), y según las vigentes disposiciones sobre Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión solicita de V.I., previos los  
trámites necesarios, solicita la autorización y aprobación de proyecto de ejecución de la instalación eléctrica de alta tensión que a continuación  
se detalla:

**DATOS IDENTIFICATIVOS (2)**

**TITULAR**

Nombre: DEPTO. DE ING<sup>a</sup>. ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA NIF/CIF: Q-8050013-E  
Dirección: ..... CALLE DOCTOR FLEMING ..... nº: .... S/N .... Pedanía: ..... CARTAGENA .....  
Municipio: ..... CARTAGENA ..... Provincia: ..... MURCIA ..... C.P. .... 30.202 .....  
Teléfono: ..... Dirección E-mail: .....

**- INSTALACION NUEVA:**

- |  |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Centro de transformación.          | Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Interior. | <input type="checkbox"/> Intemperie.  |
| <input type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.              | Tipo: <input type="checkbox"/> Aérea.               | <input type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:   |                                       |

**- AMPLIACIÓN O MODIFICACION** de la instalación eléctrica de alta tensión con Registro en A.T. \_\_\_\_\_:

- |  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Centro de transformación.                     | Tipo: <input type="checkbox"/> Interior. | <input type="checkbox"/> Intemperie.  |
| <input type="checkbox"/> Línea eléctrica de Alta Tensión.              | Tipo: <input type="checkbox"/> Aérea.    | <input type="checkbox"/> Subterránea. |
| <input type="checkbox"/> Centrales de generación de Energía Eléctrica. | Tipo:                                    |                                       |

**- DENOMINACION DEL PROYECTO:**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
EXTERIOR EXISTENTE .....

**- SITUACION:** LUGAR RESERVADO EN PARCELA A12/1A DE LA UNIDAD DE ACTUACION SCP3.1 (CABO DE PALOS) .....

**- TERMINOS MUNICIPALES AFECTADOS:** CARTAGENA .....

**- DESTINO:** ☐ Transporte. ☒ Distribución. ☐ Abonado.

**- Solicita el Reconocimiento en concreto de la Utilidad Pública:** ☐ Sí.  
☒ No.

Para ello, aporta la siguiente documentación:

- ☒ Tasas.  
☒ Proyecto Técnico proyectista: LUIS CANDELA SÁNCHEZ (INGENIERO INDUSTRIAL) .....  
☐ Permisos de paso de los afectados.  
☐ Separatas de cruce o paralelismo sobre bienes o instalaciones de los Organismos siguientes:

expresando en el reverso las características principales de la instalación cuya autorización se solicita.

En Murcia, a 31 de Julio de 2013.

Fdo.: REPRESENTANTE LEGAL

**Notas:** (1) En caso de no ser titular deberá presentar acreditación de representación mediante escrito de autorización y fotocopia del D.N.I. del titular.  
(2) Los datos de la casilla sombreada deben ser siempre consignados para que se pueda proceder a su tramitación.

Características principales de la instalación:

- a) Peticionario: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.
- b) Domicilio: CALLE DOCTOR FLEMING, S/N, CP 30.302, CARTAGENA.
- c) Lugar en que se va a establecer: LUGAR RESERVADO EN PARCELA At1/2A DE LA UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN P.G.M.O. DE CARTAGENA.
- d) Términos municipales afectados: TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA.
- e) Finalidad: ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ALTA TENSIÓN.
- f) Presupuesto: 16.910,00 €

g) Línea eléctrica:

Tipo:  
Origen:  
Final:  
Longitud:  
Tensión máxima:  
Conductores:  
Aisladores:  
Apoyos:

h) Centro de transformación:

Tipo: INTERIOR, EN CASETA PREFABRICADA TIPO CMS-15.  
Relación de transformación:  
Potencia:  
Otras características: CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

i) Central de generación de Energía Eléctrica:

Tipo:  
Tensión:  
Potencia:  
Nº generadores:  
Combustible:  
Otras características:



TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 76 de 100

**11. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO.**



**CERTIFICADO PARA INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN**

D/D<sup>a</sup> LUIS CANDELA SÁNCHEZ

Titulación: INGENIERO INDUSTRIAL

Colegiado/a n° X.XXX

por el Colegio Oficial de INGENIEROS INDUSTRIALES de la REGIÓN DE MURCIA.

En calidad de Director de la obra de la instalación relativa al Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EXTERIOR EXISTENTE propiedad de: DEPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA  
CIF/NIF: Q-3.050.013-E

emplazado en: LUGAR RESERVADO EN PARCELA At1/2A DE LA UNIDAD DE ACTUACIÓN SCP3.1 DE CABO DE PALOS, SEGÚN P.G.M.O. DE CARTAGENA

**C E R T I F I C A:**

La referida instalación, ya acabada, ha sido ejecutada bajo mi dirección técnica, ajustándose al proyecto AUTORIZADO ADMINISTRATIVAMENTE Y APROBADO con fecha 31 DE JULIO DE 2013 en la Dirección General de Industria Energía y Minas, con las variaciones indicadas al dorso.

La instalación ha sido realizada por el instalador autorizado: INSTALADOR AUTORIZADO en la categoría ESPECIALISTA y tipo I, II, III, V y VI con N° H-XX.XXX.XXX por la Comunidad Autónoma de la REGIÓN DE MURCIA.

Se han cumplido todos los requisitos exigidos en los vigentes: Reglamentos de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, y demás reglamentación aplicable a este tipo de instalaciones.

Se han efectuado con resultado satisfactorio las pruebas y reconocimientos reglamentarios cuyos resultados se adjuntan.

La instalación tiene las siguientes características:

- Tipo: Edificio pref. de hormigón modelo CMS-15 Interior ☒ Intemperie ☐
- Relación de transformación: V
- N° y Potencia de Transformadores: KVA
- N° de celdas: 3 (2 de Línea + 1 de Protección) CGMCOSMOS
- Potencia total: KVA
- Uso: Suministro de energía eléctrica para: ACOMETIDA EN BT A LA URBANIZACIÓN

Y para que conste ante la Dirección General de Industria, Energía y Minas, se expide el presente Certificado en CARTAGENA, a 31 DE JULIO DE 2013.

VISADO

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo.: LUIS CANDELA SÁNCHEZ

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 78 de 100

**12. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA  
TENSIÓN.**



ILTMO. SR. DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS

SOLICITUD DE INSCRIPCION DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

D./D<sup>a</sup> REPRESENTANTE INSTALADOR, con D.N.I.: ....., domiciliado en CALLE, nº ....., Municipio ....., en representación del instalador autorizado que se indica, y según las vigentes disposiciones sobre Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, previos los trámites necesarios, SOLICITA que sea admitida, para su tramitación, la documentación que se acompaña y se indica al dorso, a los efectos de la puesta en servicio e inscripción en el Registro de instalaciones eléctricas de Baja Tensión, cuyo Promotor es: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, con NIF/CIF: Q-8050013-E

DATOS IDENTIFICATIVOS DEL TITULAR DE LA INSTALACION

Nombre: **IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.** NIF/CIF: **A-95075578**  
Dirección: **C/ SOFÍA (POL. IND. CABEZO BEAZA)** nº.: **S/N** Pedanía: **TORRECIEGA**  
Municipio: **CARTAGENA** Provincia: **MURCIA** C.P. **30.395**  
Teléfono: **968505500** Dirección E-mail: .....

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACION

Grupo	Tipo de instalación	Inst. Espec Tipo	Proyecto		Memoria T.D.
			Potencia/Límites		
A	<input type="checkbox"/> Establecimiento industrial		<input type="checkbox"/> P > 20 kW	<input type="checkbox"/> P > 100kW	<input type="checkbox"/> P ≤ 20 kW
B1	<input type="checkbox"/> Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión.		<input type="checkbox"/> P > 10 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 10 kW
B2	<input type="checkbox"/> Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no				
C1	<input type="checkbox"/> Locales mojados.		<input type="checkbox"/> P > 10 kW	<input type="checkbox"/> P > 25 kW	<input type="checkbox"/> P ≤ 10 kW
C2	<input type="checkbox"/> Generadores y convertidores	<input type="checkbox"/> VI	<input type="checkbox"/> P > 10 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 10 kW
C3	<input type="checkbox"/> Conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas				
D1	<input type="checkbox"/> De carácter temporal para alimentación a máquinas de obras		<input type="checkbox"/> P > 50 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 50 kW
D2	<input type="checkbox"/> De carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos				
E	<input type="checkbox"/> Las de edificios destinados a viviendas, oficinas y/o locales comerciales que no tengan la consideración de pública concurrencia.		<input type="checkbox"/> P > 100 kW por C.G.P.		<input type="checkbox"/> P ≤ 100 kW por C.G.P.
F	<input type="checkbox"/> Las correspondientes a viviendas unifamiliares		<input type="checkbox"/> P > 50 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 50 kW
G	<input type="checkbox"/> Las de garajes que requieran ventilación forzada		<input type="checkbox"/> < 25 plazas	<input type="checkbox"/> ≥ 25 plazas	
H	<input type="checkbox"/> Las de garajes que disponen de ventilación natural		<input type="checkbox"/> 5< plazas< 25	<input type="checkbox"/> ≥ 25 plazas	<input type="checkbox"/> ≤ 5 plazas
I	<input type="checkbox"/> Locales de Pública Concurrencia			<input type="checkbox"/> Sin límite	
J1	<input type="checkbox"/> Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión		<input type="checkbox"/> Sin límite		
J4	<input type="checkbox"/> Las destinadas a rótulos luminosos salvo que se consideren instalaciones de baja tensión según lo establecido en la ITC-BT-44	<input type="checkbox"/> V	<input type="checkbox"/> Sin límite		
J6	<input checked="" type="checkbox"/> Redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión	<input type="checkbox"/> II	<input checked="" type="checkbox"/> Sin límite		
K	<input type="checkbox"/> Instalaciones de alumbrado exterior			<input type="checkbox"/> P > 5 kW	<input type="checkbox"/> P ≤ 5 kW
L	<input type="checkbox"/> Locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes	<input type="checkbox"/> III		<input type="checkbox"/> Sin límite	
M	<input type="checkbox"/> Quirófanos y salas de intervención	<input type="checkbox"/> IV		<input type="checkbox"/> Sin límite	
N	<input type="checkbox"/> Las correspondientes a piscinas		<input type="checkbox"/> P > 5 kW	<input type="checkbox"/> P > 10 kW	<input type="checkbox"/> P ≤ 5 kW
N	<input type="checkbox"/> Las correspondientes a fuentes		<input type="checkbox"/> P > 5 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 5 kW
.....	<input type="checkbox"/> Instalaciones no recogidas en las líneas anteriores		<input type="checkbox"/> Sin límite		<input type="checkbox"/> Sin límite

En su caso ver grupo en tabla II al dorso Documentación a presentar (ver tabla I al dorso) (1) (2) (3)

Situación de la instalación: Dirección: UNIDADES DE ACTUACIÓN SCP3.1 Y SCP3.2 nº: ..... Localidad: CABO DE PALOS  
Municipio: CARTAGENA Uso/Actividad: SUMINISTRO DE ENRGÍA ELECTRICA A PARCELAS INDUSTRIALES

Objeto de la inscripción: ☒ Nueva Instalación. ☐ Cambio de uso o actividad.

☐ Ampliación o Reforma: Número de Registro/Expediente original: .....

Resumen de potencias

☐ Maquinaria ..... kW. - Elevadores: ☐ Ascensores, ☐ Montacargas; ☐ Gr. Torre: ..... kW.  
☐ Alumbrado ..... kW. ☐ Aparatos a presión: ..... kW.  
☐ Climatización, Calefacción, y A.C.S. .... kW. ☐ Almacenamiento de productos petrolíferos: ..... kW.  
☐ Instalaciones Frigoríficas ..... kW. ☐ Otros receptores: VIVIENDAS... ..... kW.

TENSION NOMINAL: 400/230 V; POT. PREVISTA: 2938,81 Kw; POT. INSTALADA: 2938,81 Kw; POT. MAX. ADMISIBLE: 2938,81 Kw

Documentación técnica ☒ PROYECTO ☐ MEMORIA TECNICA DE DISEÑO

Técnico Proyectista: LUIS CANDELA SÁNCHEZ Colegio Oficial: ING. INDUSTRIALES REGIÓN MURCIA Colegiado nº: X.XXX Teléf.: .....

Instalador autorizado: INSTALADOR. nº: H-XX.XXX.XXX de la Com. Autón. MURCIA Categ.: ESPECIALISTA, Tipo: I, II, III, V y VI Teléf.: .....

Titular de Certificado de Cualificación Individual: REPRESENTANTE nº: (NIF) de la Comunidad Autónoma REGIÓN MURCIA, Categ.: ESPECIALISTA, Tipo: I, II, III, V y VI, Teléf.: .....

☒ Certif. de Instalación: Instalador autorizado INSTALADOR nº: H-XX.XXX.XXX Categ.: ESPECIALISTA, Tipo: I, II, III, V y VI, Teléf.: .....

☒ Técnico Director de Obra: LUIS CANDELA SÁNCHEZ Colegio Oficial: ING. INDUSTRIALES REGIÓN MURCIA Colegiado nº: X.XXX Teléf.: .....

Persona de contacto: LUIS CANDELA SÁNCHEZ Teléfono: .....

OTROS EXPEDIENTES RELACIONADOS CON LA INSTALACION: .....

En CARTAGENA, a 31 DE JULIO DE 2013

Fdo.: REPRESENTANTE INSTALADOR

TABLA I. DOCUMENTACION A PRESENTAR CON LA SOLICITUD			
(1)	(2)	(3)	Tipo de documento (Marque la documentación que presenta)
X	X	X	<input checked="" type="checkbox"/> Recibo de Tasas
X	X		<input checked="" type="checkbox"/> Proyecto Técnico de Baja Tensión según la Resolución de 3/7/2003 de la DGIEM (BORM 26/7/2003)
		X	<input type="checkbox"/> Memoria Técnica de Diseño
X	X	X	<input type="checkbox"/> Justificación de propiedad, dominio o servidumbre terrenos afectados, en su caso
X	X		<input checked="" type="checkbox"/> Certificado de Dirección Técnica
X	X	X	<input checked="" type="checkbox"/> Certificado de instalación
	X		<input type="checkbox"/> Certificado de inspección inicial por Organismo de Control Autorizado
X	X	X	<input checked="" type="checkbox"/> Anexo de información al usuario
X			<input type="checkbox"/> Documento de cesión, en su caso
	X		<input type="checkbox"/> Contrato de mantenimiento (Para locales de pública concurrencia, riesgo de incendio o explosión y de características especiales)

#### - INSTALACIONES QUE PRECISAN PROYECTO TÉCNICO

• **TABLA II**  
(Apartado 3.1 de la ITC-BT-04.)

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
A	Las correspondientes a industrias, en general	P>20 kW.
B	Las correspondientes a:	P>10 kW.
B1	- Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión.	
B2	- Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no.	
C	Las correspondientes a:	P>10 kW.
C1	- Locales mojados.	
C2	- Generadores y convertidores.	
C3	- Conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas.	
E	Las correspondientes a:	P>50 kW.
D1	- De carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción.	
D2	- De carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos.	
E	Las de edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW por caja gral. de protección.
F	Las correspondientes a viviendas unifamiliares.	P>50 kW.
G	Las de garajes que requieren ventilación forzada	Cualquiera que sea su ocupación.
H	Las de garajes que disponen de ventilación natural.	De más de 5 plazas de estacionamiento.
I	Las correspondientes a locales de pública concurrencia.	Sin límite.
J	Las correspondientes a:	Sin límite de potencia.
J1	- Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión.	
J2	- Máquinas de elevación y transporte.	
J3	- Las que utilicen tensiones especiales.	
J4	- Las destinadas a rótulos luminosos salvo que se consideren instalaciones de Baja tensión según lo establecido en la ITC-BT 44.	
J5	- Cercas eléctricas.	
J6	- Redes aéreas o subterráneas de distribución.	
K	Instalaciones de alumbrado exterior.	P>5 kW.
L	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes.	Sin límite.
M	Las de quirófanos y salas de intervención.	Sin límite.
N	Las correspondientes a piscinas y fuentes.	P>5 kW.
O	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda.

• **TABLA III**  
(Apartado 3.2 de la ITC-BT-04.)

Grupo	Ampliaciones y/o Modificaciones de Instalaciones de B.T.
B, C, G, I, J, L, M	Ampliaciones y Modificaciones de importancia, sin límite de potencia
TODOS	Ampliaciones de Instalaciones que superan los límites de potencia establecidos en el Apartado 3.1. de la ITC-BT-04
TODOS	Ampliaciones de potencia que superan el 50 % de la potencia instalada previamente en Instalaciones que superaban los límites de potencia establecidos en el Apartado 3.1. de la ITC-

#### - INSTALACIONES QUE PRECISAN CERTIFICADO DE INSPECCIÓN INICIAL POR O.C.A.

• **TABLA IV**  
(Apartado 4.1 de la ITC-BT-05.)

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
A	Las correspondientes a industrias, en general	P>100 kW.
C	Las correspondientes a:	P>25 kW.
C1	- Locales mojados.	
I	Las correspondientes a locales de pública concurrencia.	Sin límite.
K	Instalaciones de alumbrado exterior.	P>5 kW.
L	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, de Clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.	Sin límite.
M	Las de quirófanos y salas de intervención.	Sin límite.
N	Las correspondientes a piscinas.	P>10 kW.
O	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda

#### - INSTALACIONES QUE PRECISAN INSPECCIONES PERIÓDICAS POR O.C.A.

• **TABLA V**  
(Apartado 4.2 de la ITC-BT-05.)

Grupo	Tipo de Instalación	Límites	Periodicidad
A	Las correspondientes a industrias, en general	P>100 kW.	5 años
C	Las correspondientes a:	P>25 kW.	5 años
C1	- Locales mojados.		
E	Las instalaciones comunes de edificios destinados a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW	10 años
I	Las correspondientes a locales de pública concurrencia.	Sin límite.	5 años
K	Instalaciones de alumbrado exterior.	P>5 kW.	5 años
L	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, de Clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.	Sin límite.	5 años
M	Las de quirófanos y salas de intervención.	Sin límite.	5 años
N	Las correspondientes a piscinas.	P>10 kW.	5 años
O	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda	5 años

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 80 de 100

**13. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA LA RED  
SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.**



Región de Murcia  
Consejería de Universidades,  
Empresa e Investigación

Dirección General de Industria,  
Energía y Minas

**CERTIFICADO DE DIRECCION DE OBRA DE  
INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION**

D/D<sup>a</sup>. **LUIS CANDELA SÁNCHEZ**

Titulación **INGENIERO INDUSTRIAL**

Colegiado/a nº **X.XXX**

Por el Colegio Oficial de **INGENIEROS INDUSTRIALES** de la **REGIÓN DE MURCIA**.

En calidad de Director de obra de la instalación eléctrica de baja tensión relativa al proyecto denominado:  
**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSION EN EL PLAN PARCIAL CP-3**, y cuyos datos identificativos son:

Promotor: DEPTO. DE ING<sup>a</sup>. ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA CIF/NIF.: **Q-8050013-E**

Titular final: **IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.**

CIF/NIF.: **A-95075578**

Situación: **UNIDADES DE ACTUACIÓN SCP3.1 Y SCP3.2 DE CABO DE PALOS, SEGÚN P.G.M.O.**

Localidad: **CABO DE PALOS**

Municipio: **CARTAGENA**

**C E R T I F I C A**

La referida instalación, ya acabada, ha sido ejecutada bajo mi dirección técnica, ajustándose al proyecto aprobado definitivamente con fecha **31 DE JULIO DE 2013** y redactado por **D. LUIS CANDELA SÁNCHEZ** en calidad de técnico titulado competente, con las variaciones indicadas al dorso.

La instalación ha sido realizada por el instalador autorizado: **INSTALADOR AUTORIZADO** en la categoría **ESPECIALISTA** y tipo: **I, II, III, V y VI** con número de inscripción **H-XX.XXX.XXX** por la Comunidad Autónoma de la **REGIÓN DE MURCIA** y, en su caso, inspeccionada inicialmente por el Organismo de Control Autorizado ..... con domicilio en ..... y número de inscripción .....

Se han cumplido todas las prescripciones exigidas en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 y sus instrucciones técnicas complementarias, y en su caso, el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, aprobado por Real Decreto 1890/2008 y sus instrucciones técnicas complementarias y demás reglamentación aplicable a este tipo de instalaciones.

Se han efectuado las verificaciones reglamentarias con resultado satisfactorio que se indican al dorso.

La instalación general tiene las siguientes características básicas:

- Tensión Nominal: ..... **400/230** V.
- Potencia Total instalada o prevista (\*): ..... **2.938,81** Kw.
- En Ampliación / Modificación:
  - Potencia que se amplía / modifica: ..... Kw.
  - Potencia antes de la ampliación / modificación: ..... Kw.
- Potencia Máxima Admisible: ..... **2.938,81** Kw.
- Resistencia de Tierra: ..... **def. Instalador** Ω.
- Resistencia de Aislamiento: ..... **def. Instalador** MΩ.
- Uso: Suministro de energía eléctrica a: **Parcelas destinadas a uso industrial, equipamiento y Alumbrado Público.**

(\*) Prevista sólo en el caso de edificios de viviendas, oficinas y/o locales comerciales.

En **CARTAGENA**, a **31 DE JULIO DE 2013**

VISADO

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo. Luis Candela Sánchez

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 82 de 100

**14. CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA LA RED  
SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.**





Región de Murcia  
Consejería de Universidades,  
Empresa e Investigación

Dirección General de Industria,  
Energía y Minas

**CERTIFICADO DE INSTALACIÓN  
ELECTRICA DE BAJA TENSION**

D/D<sup>a</sup>. **REPRESENTANTE DEL INSTALADOR**, Titular del Certificado de Cualificación Individual en la categoría **ESPECIALISTA** y tipo **I, II, III, V y VI** con número **(NIF)**, por la Comunidad Autónoma de **MURCIA**, del instalador autorizado (**INSTALADOR AUTORIZADO**), en la categoría **ESPECIALISTA** y tipo **I, II, III, V y VI** con el número de inscripción **H-XX.XXX.XXX**, de la Comunidad Autónoma de **MURCIA**.

En calidad de responsable de la ejecución de la instalación eléctrica de baja tensión relativa al ☒ Proyecto / ☐ Memoria Técnica de Diseño denominado/a: **PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN EN EL PLAN PARCIAL CP-3**, y cuyos datos identificativos son:

Promotor: DEPTO. ING<sup>a</sup>. ELÉCTRICA DE LA UNIV. POLITÉC. DE CARTAGENA CIF/NIF.: **Q-8050013-E**  
Titular final: **IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.** CIF/NIF.: **A-95075578**  
Domicilio/Ubicación: **UNIDADES DE ACTUACIÓN SCP3.1 Y SCP3.2 DE CABO DE PALOS, SEGÚN SE ESTABLECE EN EL P.G.M.O.**  
Localidad: **CABO DE PALOS** Municipio: **CARTAGENA**

**C E R T I F I C A**

La referida instalación, ya acabada, ha sido ejecutada bajo mi supervisión, ajustándose al ☒ Proyecto / ☐ Memoria Técnica de Diseño redactado/a con fecha **JULIO DE 2013** por **D. LUIS CANDELA SÁNCHEZ** en calidad de ☒ Técnico Titulado competente / ☐ titular del Certificado de Cualificación Individual, de categoría: ..... y tipo: ....., con las variaciones indicadas al dorso y, en su caso, inspeccionada con resultado favorable, por el Organismo de Control Autorizado ..... con domicilio en ..... y número de inscripción .....

Se han cumplido todas las prescripciones exigidas en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 y sus instrucciones técnicas complementarias, y en su caso, el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, aprobado por Real Decreto 1890/2008 y sus instrucciones técnicas complementarias y demás reglamentación aplicable a este tipo de instalaciones.

Se han efectuado las verificaciones reglamentarias con resultado satisfactorio.

La instalación general tiene las siguientes características básicas:

- Tensión Nominal: ..... **400/230** V.
- Potencia Total instalada o prevista (\*): ..... **2.938,81** Kw.
- En Ampliación / Modificación:
  - Potencia que se amplía / modifica: ..... Kw.
  - Potencia antes de la ampliación / modificación: ..... Kw.
- Potencia Máxima Admisible: ..... **2.938,81** Kw.
- Resistencia de Tierra: ..... **def. instalador** Ω.
- Resistencia de Aislamiento: ..... **def. instalador** MΩ.
- Uso: Suministro de energía eléctrica a: **Parcelas destinadas a uso industrial, equipamiento y Alumbrado Público.**

(\*) Prevista solo en el caso de edificios de viviendas, oficinas y/o locales comerciales.

Para el caso de edificios de viviendas, se especifica al dorso la relación de viviendas y locales que lo componen.

En **CARTAGENA**, a **31 DE JULIO DE 2013**

Sello del Instalador Autorizado:

Firma del titular del Certificado  
de Cualificación Individual

Relación de los locales o viviendas en el edificio certificados (\*)

Identificación del Local o vivienda (**)	Grado de electrificación (***)	Potencia (kW)	Tensión (V)

Notas: (\*): Utilizar el número de hojas necesarias para identificar todas las instalaciones.  
(\*\*): Indicar portal, escalera, planta, zona, pasillo, puerta, etc.  
(\*\*\*): Básico: (B) / Elevado: (E).

Diligencia de Industria para la puesta en servicio de la instalación

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 84 de 100

**15. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTO DE  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO PÚBLICO.**



**ILTMO. SR. DIRECTOR GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS**

**SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN**

D./D<sup>a</sup> **REPRESENTANTE INSTALADOR**, con D.N.I.: ....., domiciliado en **CALLE**, nº ....., Municipio ....., en representación del instalador autorizado que se indica, y según las vigentes disposiciones sobre Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, previos los trámites necesarios, **SOLICITA** que sea admitida, para su tramitación, la documentación que se acompaña y se indica al dorso, a los efectos de la puesta en servicio e inscripción en el Registro de instalaciones eléctricas de Baja Tensión, cuyo Promotor es: **DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA**, con NIF/CIF: **Q-8050013-E**

**DATOS IDENTIFICATIVOS DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN**

Nombre: **EXCELENTÍSIMO AYUNTAMIENTO DE CARTAGENA** NIF/CIF: **P-3001600-J**  
Dirección: **C/ SAN MIGUEL "EDIFICIO SAN MIGUEL"** nº.: **8** Pedanía: **CABO DE PALOS**  
Municipio: **CARTAGENA** Provincia: **MURCIA** C.P. **30.201**  
Teléfono: **968128800** Dirección E-mail: .....

**CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

Grupo	Tipo de instalación	Inst. Espec Tipo	Proyecto		Memoria T.D.
			Potencia/Límites		
A	<input type="checkbox"/> Establecimiento industrial		<input type="checkbox"/> P > 20 kW	<input type="checkbox"/> P > 100kW	<input type="checkbox"/> P ≤ 20 kW
B1	<input type="checkbox"/> Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión.		<input type="checkbox"/> P > 10 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 10 kW
B2	<input type="checkbox"/> Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no				
C1	<input type="checkbox"/> Locales mojados.		<input type="checkbox"/> P > 10 kW	<input type="checkbox"/> P > 25 kW	<input type="checkbox"/> P ≤ 10 kW
C2	<input type="checkbox"/> Generadores y convertidores	<input type="checkbox"/> VI	<input type="checkbox"/> P > 10 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 10 kW
C3	<input type="checkbox"/> Conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas				
D1	<input type="checkbox"/> De carácter temporal para alimentación a máquinas de obras		<input type="checkbox"/> P > 50 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 50 kW
D2	<input type="checkbox"/> De carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos				
E	<input type="checkbox"/> Las de edificios destinados a viviendas, oficinas y/o locales comerciales que no tengan la consideración de pública concurrencia.		<input type="checkbox"/> P > 100 kW por C.G.P.		<input type="checkbox"/> P ≤ 100 kW por C.G.P.
F	<input type="checkbox"/> Las correspondientes a viviendas unifamiliares		<input type="checkbox"/> P > 50 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 50 kW
G	<input type="checkbox"/> Las de garajes que requieran ventilación forzada		<input type="checkbox"/> < 25 plazas	<input type="checkbox"/> ≥ 25 plazas	
H	<input type="checkbox"/> Las de garajes que disponen de ventilación natural		<input type="checkbox"/> 5< plazas< 25	<input type="checkbox"/> ≥ 25 plazas	<input type="checkbox"/> ≤ 5 plazas
I	<input type="checkbox"/> Locales de Pública Concurrencia			<input type="checkbox"/> Sin límite	
J1	<input type="checkbox"/> Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión		<input type="checkbox"/> Sin límite		
J4	<input type="checkbox"/> Las destinadas a rótulos luminosos salvo que se consideren instalaciones de baja tensión según lo establecido en la ITC-BT-44	<input type="checkbox"/> V	<input type="checkbox"/> Sin límite		
J6	<input type="checkbox"/> Redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> Sin límite		
K	<input checked="" type="checkbox"/> Instalaciones de alumbrado exterior			<input checked="" type="checkbox"/> P > 5 kW	<input type="checkbox"/> P ≤ 5 kW
L	<input type="checkbox"/> Locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes	<input type="checkbox"/> III		<input type="checkbox"/> Sin límite	
M	<input type="checkbox"/> Quirófanos y salas de intervención	<input type="checkbox"/> IV		<input type="checkbox"/> Sin límite	
N	<input type="checkbox"/> Las correspondientes a piscinas		<input type="checkbox"/> P > 5 kW	<input type="checkbox"/> P > 10 kW	<input type="checkbox"/> P ≤ 5 kW
N	<input type="checkbox"/> Las correspondientes a fuentes		<input type="checkbox"/> P > 5 kW		<input type="checkbox"/> P ≤ 5 kW
.....	<input type="checkbox"/> Instalaciones no recogidas en las líneas anteriores		<input type="checkbox"/> Sin límite		<input type="checkbox"/> Sin límite

En su caso ver grupo en tabla II al dorso Documentación a presentar (ver tabla I al dorso) (1) (2) (3)

**Situación de la instalación:** Dirección: UNIDADES DE ACTUACIÓN SCP3.1 Y SCP3.2 nº: ..... Localidad: CABO DE PALOS  
Municipio: CARTAGENA Uso/Actividad: ALUMBRADO EXTERIOR PÚBLICO

**Objeto de la inscripción:** ☒ Nueva Instalación. ☐ Cambio de uso o actividad.

☐ Ampliación o Reforma: Número de Registro/Expediente original: .....

**Resumen de potencias**

☐ Maquinaria ..... kW. - Elevadores: ☐ Ascensores, ☐ Montacargas; ☐ Gr. Torre: ..... kW.  
☒ Alumbrado ..... **9,21** kW. ☐ Aparatos a presión: ..... kW.  
☐ Climatización, Calefacción, y A.C.S. .... kW. ☐ Almacenamiento de productos petrolíferos: ..... kW.  
☐ Instalaciones Frigoríficas ..... kW. ☐ Otros receptores: VIVIENDAS... ..... kW.

TENSION NOMINAL: **400/230 V**; POT. PREVISTA: **9,21 kW**; POT. INSTALADA: **9,21 Kw**; POT. MAX. ADMISIBLE: **9,21 kW**

**Documentación técnica** ☒ PROYECTO ☐ MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO

Técnico Proyectista: **LUIS CANDELA SÁNCHEZ** Colegio Oficial: **ING. INDUSTRIALES REGIÓN MURCIA** Colegiado nº: **X.XXX** Teléf.: .....  
Instalador autorizado: **INSTALADOR** nº: **H-XX.XXX.XXX** de la Com. Autón. **MURCIA** Categ.: **ESPECIALISTA**, Tipo: **I, II, III, V y VI** Teléf.: .....  
Titular de Certificado de Cualificación Individual: **REPRESENTANTE** nº: (NIF) de la Comunidad Autónoma **REGIÓN MURCIA**, Categ.: **ESPECIALISTA**, Tipo: **I, II, III, V y VI**, Teléf.: .....

☒ Certif. de Instalación: Instalador autorizado **INSTALADOR** nº: **H-XX.XXX.XXX** Categ.: **ESPECIALISTA**, Tipo: **I, II, III, V y VI**, Teléf.: .....

☒ Técnico Director de Obra: **LUIS CANDELA SÁNCHEZ** Colegio Oficial: **ING. INDUSTRIALES REGIÓN MURCIA** Colegiado nº: **X.XXX** Teléf.: .....

Persona de contacto: **LUIS CANDELA SÁNCHEZ** Teléfono: .....

OTROS EXPEDIENTES RELACIONADOS CON LA INSTALACIÓN: .....

En CARTAGENA, a 31 DE JULIO DE 2013

Fdo.: REPRESENTANTE INSTALADOR

TABLA I. DOCUMENTACION A PRESENTAR CON LA SOLICITUD			
(1)	(2)	(3)	Tipo de documento (Marque la documentación que presenta)
X	X	X	<input checked="" type="checkbox"/> Recibo de Tasas
X	X		<input checked="" type="checkbox"/> Proyecto Técnico de Baja Tensión según la Resolución de 3/7/2003 de la DGIEM (BORM 26/7/2003)
		X	<input type="checkbox"/> Memoria Técnica de Diseño
X	X	X	<input type="checkbox"/> Justificación de propiedad, dominio o servidumbre terrenos afectados, en su caso
X	X		<input checked="" type="checkbox"/> Certificado de Dirección Técnica
X	X	X	<input checked="" type="checkbox"/> Certificado de instalación
	X		<input checked="" type="checkbox"/> Certificado de inspección inicial por Organismo de Control Autorizado
X	X	X	<input checked="" type="checkbox"/> Anexo de información al usuario
X			<input type="checkbox"/> Documento de cesión, en su caso
	X		<input type="checkbox"/> Contrato de mantenimiento (Para locales de pública concurrencia, riesgo de incendio o explosión y de características especiales)

#### - INSTALACIONES QUE PRECISAN PROYECTO TÉCNICO

• **TABLA II**  
(Apartado 3.1 de la ITC-BT-04.)

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
A	Las correspondientes a industrias, en general	P>20 kW.
B	Las correspondientes a:	P>10 kW.
B1	- Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión.	
B2	- Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no.	
C	Las correspondientes a:	P>10 kW.
C1	- Locales mojados.	
C2	- Generadores y convertidores.	
C3	- Conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas.	
E	Las correspondientes a:	P>50 kW.
D1	- De carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción.	
D2	- De carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos.	
E	Las de edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW por caja gral. de protección.
F	Las correspondientes a viviendas unifamiliares.	P>50 kW.
G	Las de garajes que requieren ventilación forzada	Cualquiera que sea su ocupación.
H	Las de garajes que disponen de ventilación natural.	De más de 5 plazas de estacionamiento.
I	Las correspondientes a locales de pública concurrencia.	Sin límite.
J	Las correspondientes a:	Sin límite de potencia.
J1	- Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión.	
J2	- Máquinas de elevación y transporte.	
J3	- Las que utilicen tensiones especiales.	
J4	- Las destinadas a rótulos luminosos salvo que se consideren instalaciones de Baja tensión según lo establecido en la ITC-BT 44.	
J5	- Cercas eléctricas.	
J6	- Redes aéreas o subterráneas de distribución.	
K	Instalaciones de alumbrado exterior.	P>5 kW.
L	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes.	Sin límite.
M	Las de quirófanos y salas de intervención.	Sin límite.
N	Las correspondientes a piscinas y fuentes.	P>5 kW.
O	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda.

• **TABLA III**  
(Apartado 3.2 de la ITC-BT-04.)

Grupo	Ampliaciones y/o Modificaciones de Instalaciones de B.T.
B, C, G, I, J, L, M	Ampliaciones y Modificaciones de importancia, sin límite de potencia
TODOS	Ampliaciones de Instalaciones que superan los límites de potencia establecidos en el Apartado 3.1. de la ITC-BT-04
TODOS	Ampliaciones de potencia que superan el 50 % de la potencia instalada previamente en Instalaciones que superaban los límites de potencia establecidos en el Apartado 3.1. de la ITC-

#### - INSTALACIONES QUE PRECISAN CERTIFICADO DE INSPECCIÓN INICIAL POR O.C.A.

• **TABLA IV**  
(Apartado 4.1 de la ITC-BT-05.)

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
A	Las correspondientes a industrias, en general	P>100 kW.
C	Las correspondientes a:	P>25 kW.
C1	- Locales mojados.	
I	Las correspondientes a locales de pública concurrencia.	Sin límite.
K	Instalaciones de alumbrado exterior.	P>5 kW.
L	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, de Clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.	Sin límite.
M	Las de quirófanos y salas de intervención.	Sin límite.
N	Las correspondientes a piscinas.	P>10 kW.
O	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda

#### - INSTALACIONES QUE PRECISAN INSPECCIONES PERIÓDICAS POR O.C.A.

• **TABLA V**  
(Apartado 4.2 de la ITC-BT-05.)

Grupo	Tipo de Instalación	Límites	Periodicidad
A	Las correspondientes a industrias, en general	P>100 kW.	5 años
C	Las correspondientes a:	P>25 kW.	5 años
C1	- Locales mojados.		
E	Las instalaciones comunes de edificios destinados a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW	10 años
I	Las correspondientes a locales de pública concurrencia.	Sin límite.	5 años
K	Instalaciones de alumbrado exterior.	P>5 kW.	5 años
L	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, de Clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.	Sin límite.	5 años
M	Las de quirófanos y salas de intervención.	Sin límite.	5 años
N	Las correspondientes a piscinas.	P>10 kW.	5 años
O	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda	5 años

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 86 de 100

**16. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN DE  
RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.**



Región de Murcia  
Consejería de Universidades,  
Empresa e Investigación

Dirección General de Industria,  
Energía y Minas

**CERTIFICADO DE DIRECCION DE OBRA DE  
INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION**

D/D<sup>a</sup>. **LUIS CANDELA SÁNCHEZ**

Titulación **INGENIERO INDUSTRIAL**

Colegiado/a nº **X.XXX**

Por el Colegio Oficial de **INGENIEROS INDUSTRIALES** de la **REGIÓN DE MURCIA**.

En calidad de Director de obra de la instalación eléctrica de baja tensión relativa al proyecto denominado:  
**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSION EN EL PLAN PARCIAL CP-3**, y cuyos datos identificativos son:

Promotor: DEPTO. DE ING<sup>a</sup>. ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA CIF/NIF.: **Q-8050013-E**

Titular final: **IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.**

CIF/NIF.: **A-95075578**

Situación: **UNIDADES DE ACTUACIÓN SCP3.1 Y SCP3.2 DE CABO DE PALOS, SEGÚN P.G.M.O.**

Localidad: **CABO DE PALOS**

Municipio: **CARTAGENA**

**C E R T I F I C A**

La referida instalación, ya acabada, ha sido ejecutada bajo mi dirección técnica, ajustándose al proyecto aprobado definitivamente con fecha **31 DE JULIO DE 2013** y redactado por **D. LUIS CANDELA SÁNCHEZ** en calidad de técnico titulado competente, con las variaciones indicadas al dorso.

La instalación ha sido realizada por el instalador autorizado: **INSTALADOR AUTORIZADO** en la categoría **ESPECIALISTA** y tipo: **I, II, III, V y VI** con número de inscripción **H-XX.XXX.XXX** por la Comunidad Autónoma de la **REGIÓN DE MURCIA** y, en su caso, inspeccionada inicialmente por el Organismo de Control Autorizado .....**OCA**..... con domicilio en ....**CALLE**..... y número de inscripción **O-XX.YYY.XXX**

Se han cumplido todas las prescripciones exigidas en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 y sus instrucciones técnicas complementarias, y en su caso, el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, aprobado por Real Decreto 1890/2008 y sus instrucciones técnicas complementarias y demás reglamentación aplicable a este tipo de instalaciones.

Se han efectuado las verificaciones reglamentarias con resultado satisfactorio que se indican al dorso.

La instalación general tiene las siguientes características básicas:

- Tensión Nominal: ..... **400/230** V.
- Potencia Total instalada o prevista (\*): ..... **9,21** Kw.
- En Ampliación / Modificación:
  - Potencia que se amplía / modifica: ..... Kw.
  - Potencia antes de la ampliación / modificación: ..... Kw.
- Potencia Máxima Admisible: ..... **9,21** Kw.
- Resistencia de Tierra: ..... **def. Instalador** Ω.
- Resistencia de Aislamiento: ..... **def. Instalador** MΩ.
- Uso: Suministro de energía eléctrica a: **Alumbrado Público.**

(\*) Prevista sólo en el caso de edificios de viviendas, oficinas y/o locales comerciales.

En **CARTAGENA**, a **31 DE JULIO DE 2013**

VISADO

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo. Luis Candela Sánchez

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 88 de 100

**17. CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.**





Región de Murcia  
Consejería de Universidades,  
Empresa e Investigación

Dirección General de Industria,  
Energía y Minas

**CERTIFICADO DE INSTALACIÓN  
ELECTRICA DE BAJA TENSION**

D/D<sup>a</sup>. **REPRESENTANTE DEL INSTALADOR**, Titular del Certificado de Cualificación Individual en la categoría **ESPECIALISTA** y tipo **I, II, III, V y VI** con número **(NIF)**, por la Comunidad Autónoma de **MURCIA**, del instalador autorizado **(INSTALADOR AUTORIZADO)**, en la categoría **ESPECIALISTA** y tipo **I, II, III, V y VI** con el número de inscripción **H-XX.XXX.XXX**, de la Comunidad Autónoma de **MURCIA**.

En calidad de responsable de la ejecución de la instalación eléctrica de baja tensión relativa al ☒ Proyecto / ☐ Memoria Técnica de Diseño denominado/a: **PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RED DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PLAN PARCIAL CP-3**, y cuyos datos identificativos son:

Promotor: DEPTO. ING<sup>a</sup>. ELÉCTRICA DE LA UNIV. POLITÉC. DE CARTAGENA CIF/NIF.: **Q-8050013-E**  
Titular final: **EXCELENTÍSIMO AYUNTAMIENTO DE CARTAGENA** CIF/NIF.: **P-3001600-J**  
Domicilio/Ubicación: **UNIDADES DE ACTUACIÓN SCP3.1 Y SCP3.2 DE CABO DE PALOS, SEGÚN SE ESTABLECE EN EL P.G.M.O.**  
Localidad: **CABO DE PALOS** Municipio: **CARTAGENA**

**C E R T I F I C A**

La referida instalación, ya acabada, ha sido ejecutada bajo mi supervisión, ajustándose al ☒ Proyecto / ☐ Memoria Técnica de Diseño redactado/a con fecha **JULIO DE 2013** por **D. LUIS CANDELA SÁNCHEZ** en calidad de ☒ Técnico Titulado competente / ☐ titular del Certificado de Cualificación Individual, de categoría: ..... y tipo: ....., con las variaciones indicadas al dorso y, en su caso, inspeccionada con resultado favorable, por el Organismo de Control Autorizado ..... **OCA** ..... con domicilio en ..... **CALLE** ..... y número de inscripción **O-XX.YYY.XXX**.

Se han cumplido todas las prescripciones exigidas en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 y sus instrucciones técnicas complementarias, y en su caso, el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, aprobado por Real Decreto 1890/2008 y sus instrucciones técnicas complementarias y demás reglamentación aplicable a este tipo de instalaciones.

Se han efectuado las verificaciones reglamentarias con resultado satisfactorio.

La instalación general tiene las siguientes características básicas:

- Tensión Nominal: ..... **400/230** V.
  - Potencia Total instalada o prevista (\*): ..... **9,21** Kw.
  - En Ampliación / Modificación:
    - Potencia que se amplía / modifica: ..... Kw.
    - Potencia antes de la ampliación / modificación: ..... Kw.
  - Potencia Máxima Admisible: ..... **9,21** Kw.
  - Resistencia de Tierra: ..... **def. instalador (<5)Ω**.
  - Resistencia de Aislamiento: ..... **def. instalador** MΩ.
  - Uso: Suministro de energía eléctrica a: **Alumbrado Público**.
- (\*) Prevista solo en el caso de edificios de viviendas, oficinas y/o locales comerciales.

Para el caso de edificios de viviendas, se especifica al dorso la relación de viviendas y locales que lo componen.

En **CARTAGENA**, a **31 DE JULIO DE 2013**

Sello del Instalador Autorizado:

Firma del titular del Certificado  
de Cualificación Individual

Relación de los locales o viviendas en el edificio certificados (\*)

Identificación del Local o vivienda (**)	Grado de electrificación (***)	Potencia (kW)	Tensión (V)

Notas: (\*): Utilizar el número de hojas necesarias para identificar todas las instalaciones.  
(\*\*): Indicar portal, escalera, planta, zona, pasillo, puerta, etc.  
(\*\*\*): Básico: (B) / Elevado: (E).

Diligencia de Industria para la puesta en servicio de la instalación

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 90 de 100

**18. *MODELO DE DECLARACIÓN RESPONSABLE A PRESENTAR JUNTO AL PROYECTO DE INSTALACIONES.***



## ANEXO 1

### Declaración responsable a presentar junto al proyecto de instalaciones

D/D<sup>a</sup>.....  
....., con D.N.I. nº ....., y domicilio a efecto de  
notificaciones en ....., declara bajo su  
responsabilidad, en la fecha de elaboración y firma del proyecto que acompaña al  
presente escrito y cuya referencia se indica a continuación:

1. Que estaba en posesión de la titulación de .....  
..... expedida por la universidad .....
2. Que dicha titulación le otorga la competencia legal suficiente para la firma del  
certificado indicado.
3. Que se encontraba colegiado con el número ..... en el Colegio  
de .....
4. Que no se encontraba inhabilitado para el ejercicio de la profesión.
5. Que conoce la responsabilidad civil derivada de la ejecución del proyecto.

#### Proyecto afectado:

- Tipo de instalación: .....
- Título del proyecto: .....
- Fecha de firma del proyecto: .....

Murcia, ..... de ..... de .....

Fdo.: .....

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 92 de 100

**19. *MODELO DE DECLARACIÓN RESPONSABLE A PRESENTAR JUNTO AL CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE OBRA.***



## ANEXO 2

### Declaración responsable a presentar junto al certificado de dirección de obra

D/D<sup>a</sup>.....  
....., con D.N.I. nº ....., y domicilio a efecto de  
notificaciones en ....., declara bajo su  
responsabilidad que el día ....., fecha de elaboración y firma del  
Certificado de Dirección de Obra que acompaña al presente escrito, correspondiente al  
proyecto cuya referencia se indica a continuación:

1. Que estaba en posesión de la titulación de .....  
..... expedida por la universidad .....
2. Que dicha titulación le otorga la competencia legal suficiente para la firma del  
certificado indicado.
3. Que se encontraba colegiado con el número ..... en el Colegio  
de .....
4. Que no se encontraba inhabilitado para el ejercicio de la profesión.
5. Que conoce la responsabilidad civil derivada de la dirección de obra.

#### Certificado afectado:

- Tipo de instalación: .....
- Título del proyecto / memoria: .....
- Fecha de firma del certificado: .....

Murcia, ..... de ..... de .....

Fdo.: .....

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
<b>PROYECTO FIN DE CARRERA</b>	Pág. 94 de 100

## ***20. ANEXO DE INFORMACIÓN AL USUARIO PARA INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.***

## CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

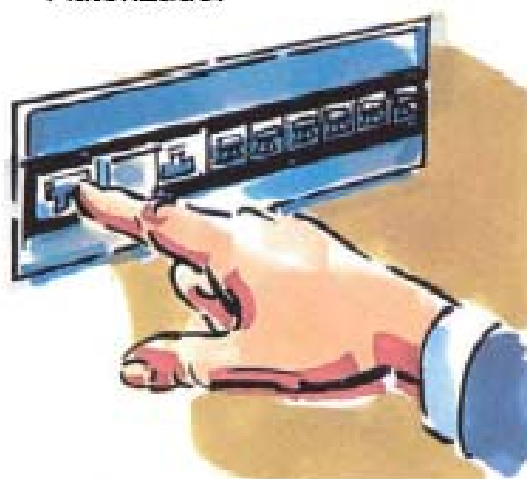
**1** Antes de efectuar su póliza de abono (contrato) con la Cía. Suministradora, asesórese con el Instalador electricista Autorizado, la propia Compañía o profesional competente para elegir la tarifa y potencia más conveniente para usted.



**2** No sobrepasar simultáneamente la potencia contratada con la Cía. Suministradora de energía, puesto que se le disparará el ICP (interruptor de control de potencia), dejándole a usted sin servicio en toda la vivienda o local. Desconecte algún aparato (los de más potencia) y vuelva a accionar el ICP, desconecte el Interruptor General, y vuelva a conectar el ICP. Si aún así se dispara, avise a su compañía suministradora porque la avería está en el ICP.

**3** Si se le dispara el IAD (interruptor automático diferencial) en el cuadro general de mando y protección, actúe de la forma siguiente:

- a) Desconecte todos los PIAS y conecte el IAD.
- b) Vaya conectando uno a uno todos los PIAS y el circuito que le haga disparar nuevamente el IAD es donde existe la avería. En este caso, desconecte los aparatos y lámparas de dicho circuito, y vuelva a accionar el PIA. Si no se dispara, la avería es de los aparatos. Si se dispara nuevamente tiene avería en este circuito, por lo que tendrá que avisar a su Instalador Autorizado.



**4** Si se le dispara un PIA (pequeño interruptor automático) en el cuadro general de mando y protección, puede ser debido a estos dos casos.



## CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

- a) Que el circuito que protege dicho PIA está sobrecargado, en cuyo caso deberá ir desconectando aparatos o lámparas, hasta conseguir reponer de nuevo el citado PIA.
- b) Que en el circuito o en los aparatos y lámparas conectados a él, se haya producido un cortocircuito. Proceda como en el caso anterior (3b), para ver si dicha avería es de algún aparato o de la instalación. Deje desconectado dicho PIA y funcione con el resto de la instalación.

**5** Compruebe con periodicidad (una vez al año por lo menos) y por medio de su Instalador Autorizado la red de tierra de su vivienda o local.



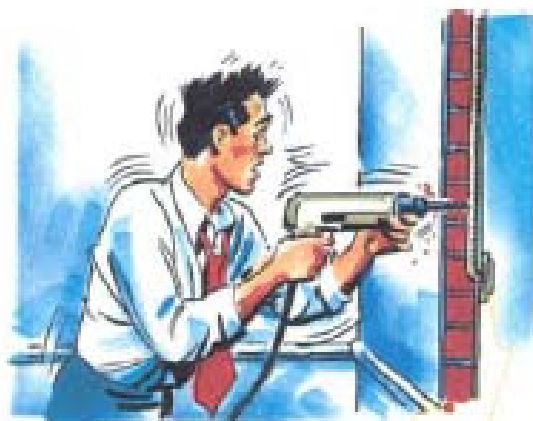
**6** Compruebe con periodicidad (una vez al mes por lo menos) su IAD. Pulse el botón de prueba y si no dispara es que está averiado, por tanto, no está usted protegido contra derivaciones. Avise a su Instalador Autorizado.

**7** Manipule todos los aparatos eléctricos, incluso el teléfono, SIEMPRE con las manos secas y evite estar descalzo o con los pies húmedos.

Y NUNCA los manipule cuando esté en el baño o bajo la ducha. ¡El agua es conductora de la electricidad!  
Si hay un fallo eléctrico en la instalación o en el aparato utilizado, usted corre el riesgo de electrocutarse. Ojo con los radios, secadores de pelo, aparatos de calor al borde de la bañera: pueden caerse al agua y electrocutarse.

## CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

- 8** Compruebe las canalizaciones eléctricas empotradas antes de taladrar una pared o el techo. Puede electrocutarse al atravesar una canalización con la taladradora.

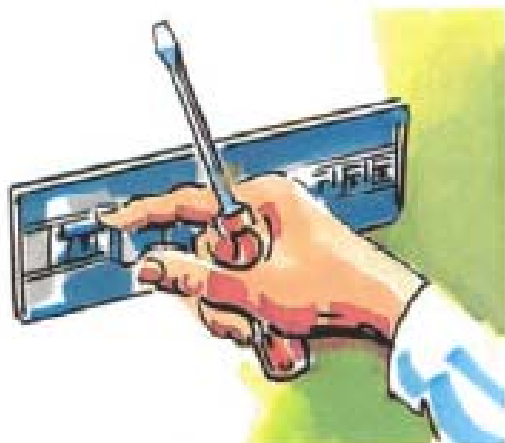


- 10** No usar nunca aparatos eléctricos con cables pelados, clavijas y enchufes rotos, etc.

- 11** No hacer varias conexiones en un mismo enchufe (no utilizar ladrones o clavijas múltiples).



- 9** En el caso de manipular algún aparato eléctrico, desconecte previamente el IAD del cuadro general y compruebe SIEMPRE que no existe tensión.

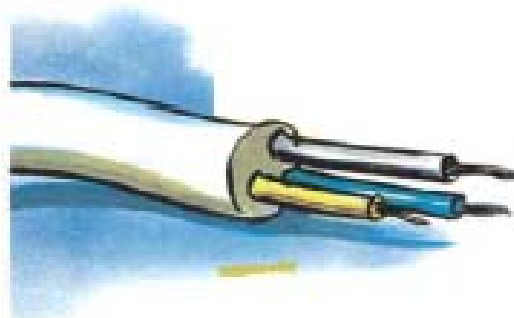


- 12** No deje aparatos eléctricos conectados al alcance de los niños y procure tapar los enchufes a los que tenga acceso.



## CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

**13** Abstenerse de intervenir en su instalación para modificarla. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán, ser efectuadas por un instalador autorizado.



**14** Cuando un receptor ( electrodoméstico, maquinaria, etc ) le dé "calambre" es porque hay derivación de corriente de los hilos conductores o en algún elemento metálico del electrodoméstico. Normalmente se Dispara el Diferencial. Localizar el aparato o parte de la instalación donde se produce y aislar debidamente al

contacto con la parte metálica. Para ello debe llamar al Instalador Autorizado para que localice la fuga.

**15** Al desconectar los aparatos no tire del cordón o hilo, sino de la clavija.



**16** No se puede enchufar cualquier aparato en cualquier toma de corriente. Cada aparato tiene su potencia. Como cada toma de corriente tiene la suya. Vea la "Instalación Interior de su Vivienda o local" de esta Guía y adecúe los aparatos a enchufar con las tomas. Si la potencia del Aparato es superior a los Amperios que permite enchufar la toma de corriente, puede quemarse la base del enchufe, la clavija e incluso la instalación.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 99 de 100

## BIBLIOGRAFÍA

- *Reglamento de Planeamiento.*
- *Reglamento de Gestión.*
- *Texto Refundido de la Ley del Suelo de la Región de Murcia (Decreto Legislativo 1/2005, de 10 de junio).*
- *Reglamento electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto).*
- *Régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica (Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero).*
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).*
- *Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior e Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, (Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre).*
- *Normas urbanísticas del Plan General Municipal de Ordenación de Cartagena.*
- *Ordenanza para la Redacción de Proyectos de Urbanización, Control de las obras y Recepción de las mismas en el TM de Cartagena.*
- *Normas y manuales técnicos de la compañía suministradora de energía eléctrica Iberdrola S.A.U.*

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL DESARROLLO URBANO DE UN ÁREA INDUSTRIAL EN CABO DE PALOS (CARTAGENA)	Revisión 0
	Julio 2013
PROYECTO FIN DE CARRERA	Pág. 100 de 100

## **PROGRAMAS ESPECÍFICOS UTILIZADOS**

- *Programa amiKIT versión 3.1 de Ormazábal, para el cálculo de centros de transformación.*
- *Programa Ulysse versión 2.0 de Socelec, para el cálculo de niveles de alumbrado exterior.*